

La recherche du Higgs au TeVatron Run II

Arnaud Lucotte



collaboration DØ

I. Introduction: Le contexte du Run II

II. Le nouveau détecteur DØ

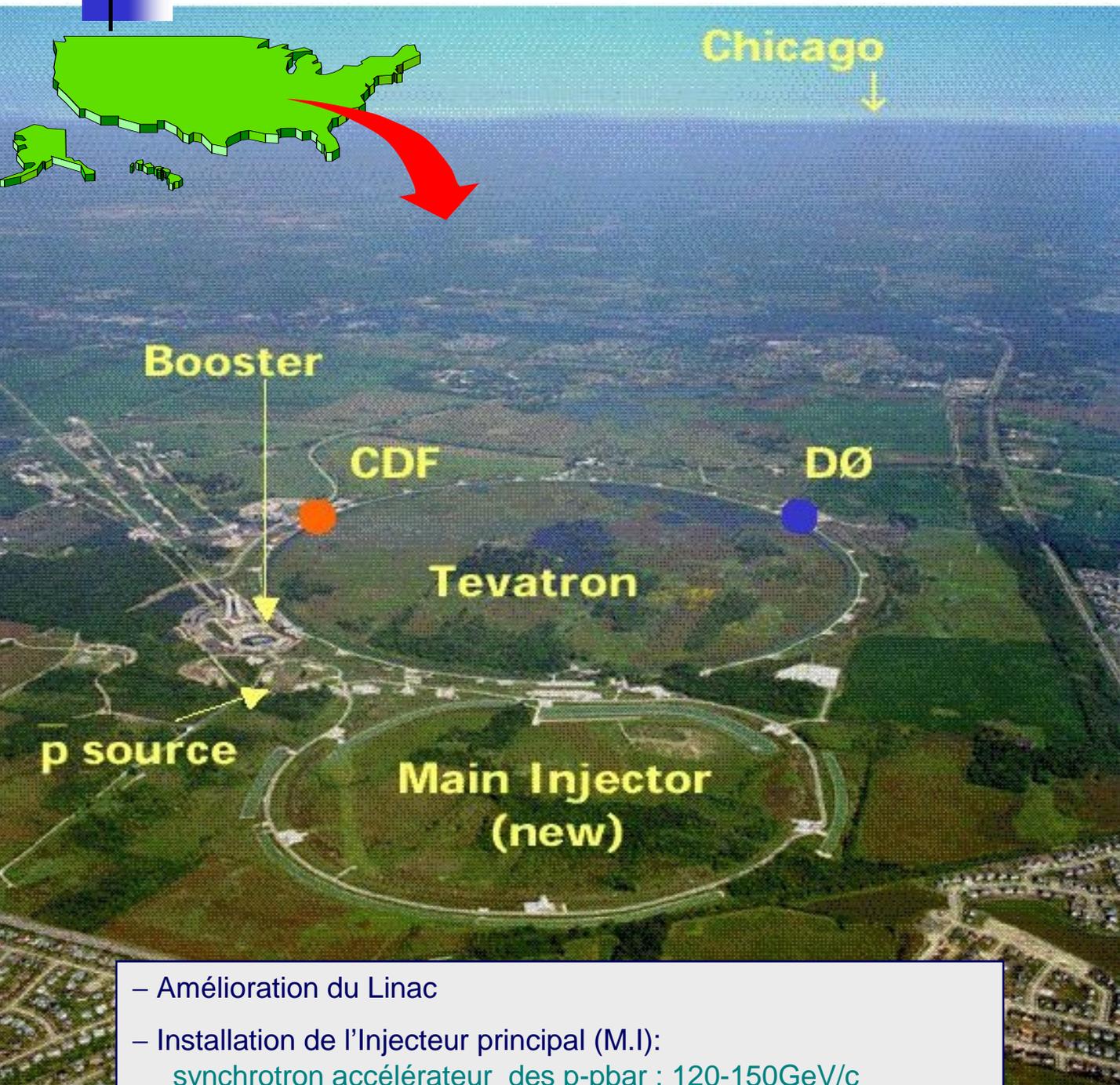
- L'upgrade de DØ
- les détecteurs de pieds de gerbe
- le déclenchement électro-magnétique

III. La recherche du Higgs au TeVatron

- phénoménologie au TeVatron
- la recherche directe
- la recherche indirecte

Conclusion

Le TeVatron au Run II



- Amélioration du Linac
- Installation de l'Injecteur principal (M.I):
synchrotron accélérateur des p-pbar : 120-150GeV/c
- Installation du Recycleur (MI):
anneau de stockage / aimants supraconducteurs
refroidissement / stockage / recyclage des anti-protons

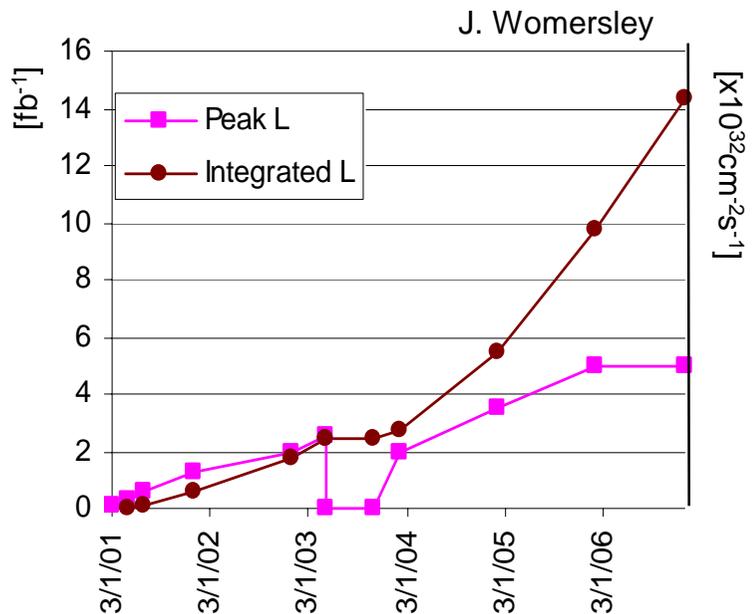
Programme du Run II

Paramètres machine:

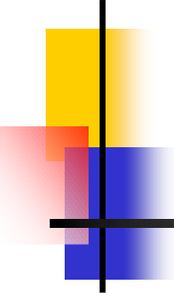
	Run Ib	Run IIa	Run IIa	Run IIb
Bunch Trains	6x6	36x36	140x108	140x108
Bunch Spacing (ns)	3,500	396	132	132
Luminosity $\times 10^{32} \text{cm}^{-2} \text{s}^{-1}$	0.16	0.8	2.1	5.2
Intgr. Luminosity ($\text{fb}^{-1}/\text{exp.}$)	0.1	1.1	2.1	14.8
CM Energy (GeV)	1,800	2,000	2,000	2,000
interactions/crossing	2.6	2.3	1.9	4.8

Programme:

- 132ns / fin 2002
- $2 \times 10^{32} \text{cm}^{-2} \text{s}^{-1}$ / fin 2003
- Arrêt Machine pour
remplacement Silicium
/fin 2003 (/deb. 2004)
- $5 \times 10^{32} \text{cm}^{-2} \text{s}^{-1}$ / 2005
- 4fb^{-1} / an jusqu'en 2007



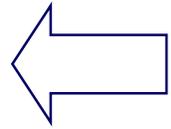
15 fb^{-1} / experience en fin 2007



Motivations physiques du Run II

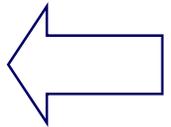
Test de précision du Modèle Standard:

- Propriétés du quark Top
Mesure de masse, $BR(t \rightarrow Wb)$, $\sigma(tt\bar{b})$...
- Propriétés des bosons W/Z:
Mesure de $Z \rightarrow bb$, m_W , Γ_W , $\sin^2\theta_W$
importance pour contraintes sur la masse du Higgs



Physique du B

- Mesure d'oscillations du B_s
détermination de $\Delta m_s / \Delta m_d$
seule machine avant le LHC
- Mesure de la violation CP dans $B_d^0 - \bar{B}_d^0$
détermination de $\sin 2\beta$
- Spectroscopie, masses, tps de vie des mésons B
- Désintégration rares du B
- Test de QCD – production de $b\text{-}b\bar{b}$



Recherche directe de Higgs (run II étendu)

- Higgs de basse masse $H \rightarrow bb$ ($m_H < 130 \text{ GeV}/c^2$)
- Higgs de haute masse $H \rightarrow WW^*$ ($m_H < 180 \text{ GeV}/c^2$)



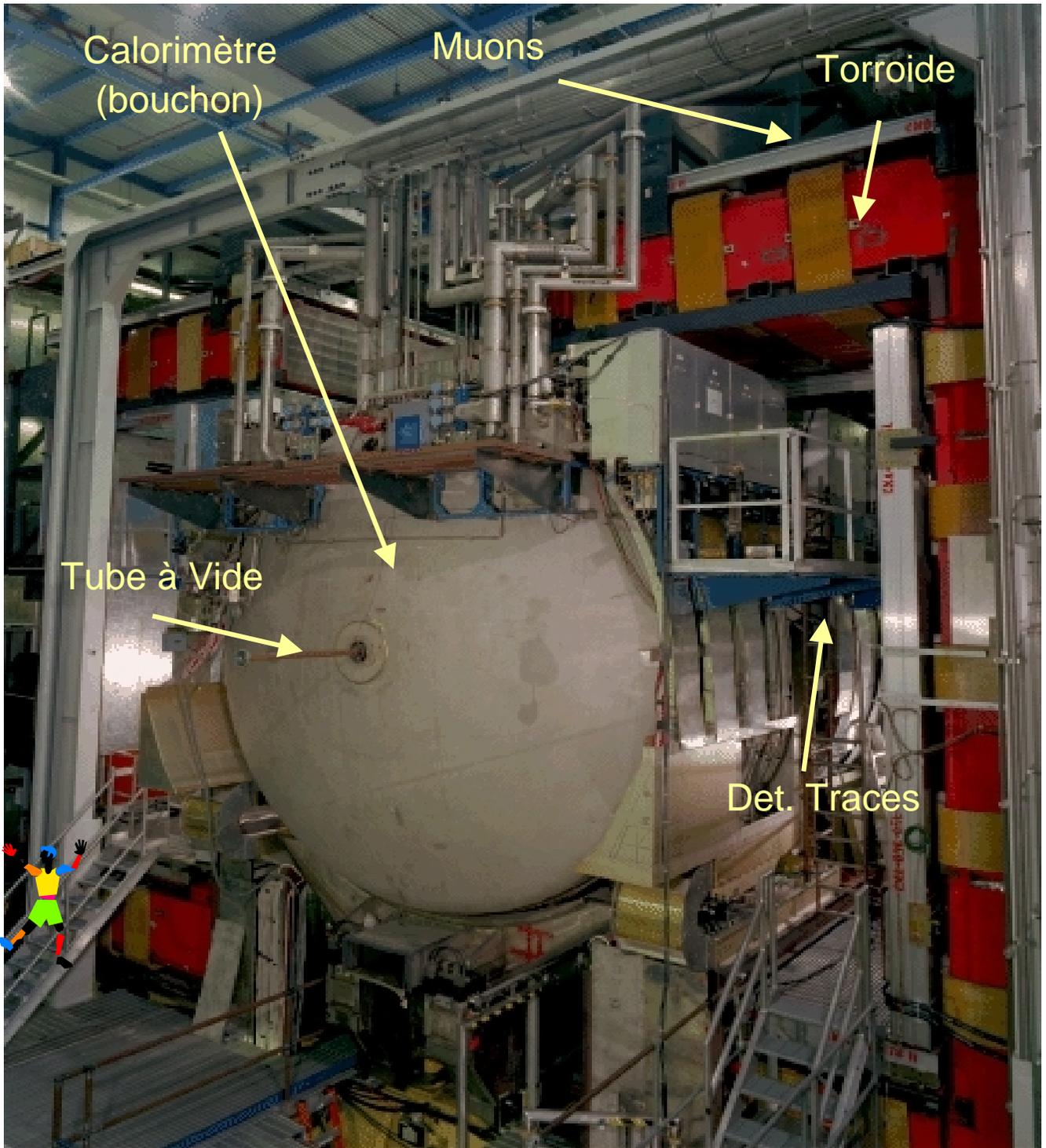
Recherche de nouvelle physique:

- Production squarks et gluinos: \tilde{q}, \tilde{g}
- Sensibilité à \tilde{t}, \tilde{b}
- Production de paires de gauginos: $\chi_1^\pm \chi_1^0$ et $\chi_1^\pm \chi_2^0$

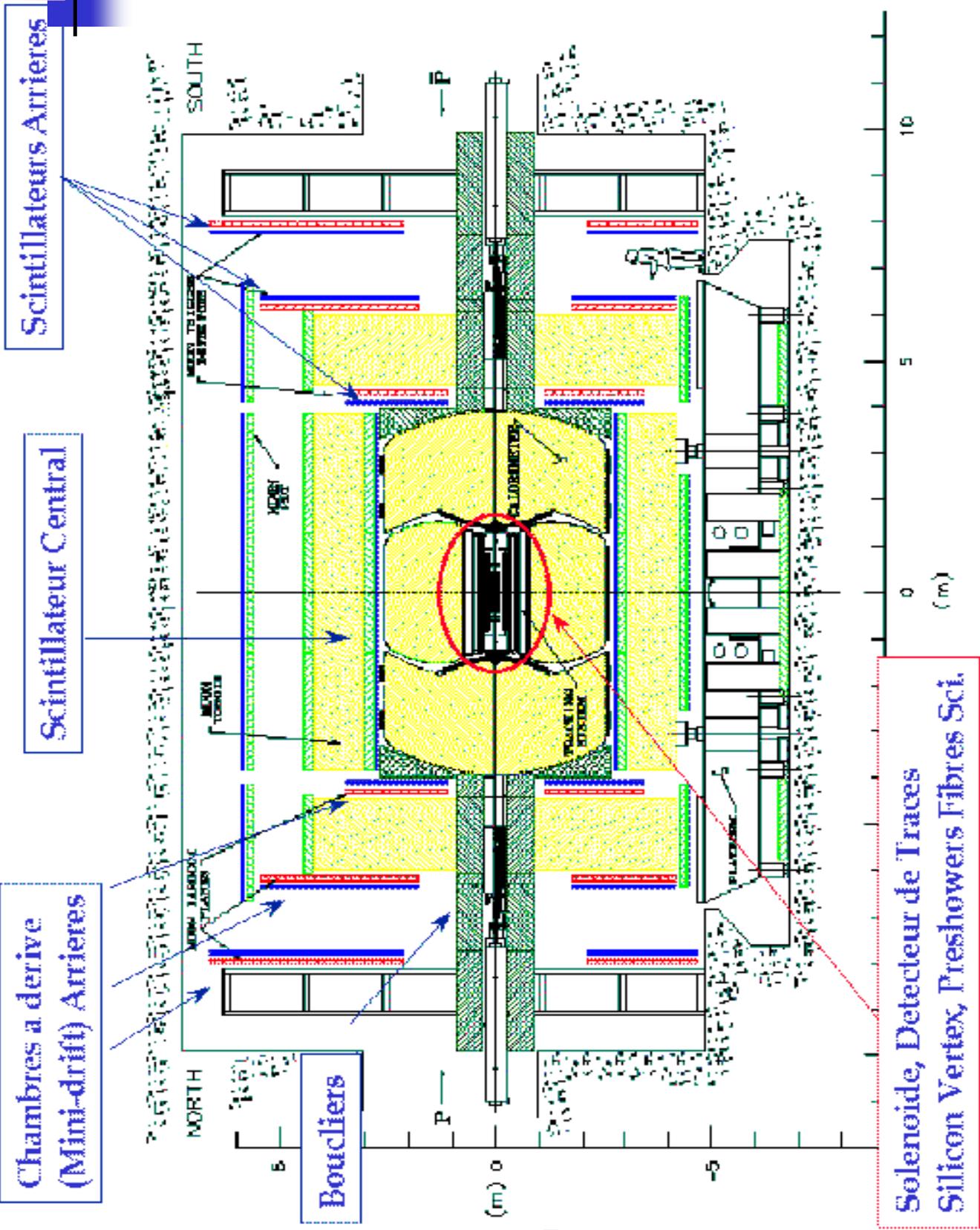
I. Le détecteur DØ au Run II



Le détecteur DØ



L'upgrade du détecteur DØ



+ Nouvelle Electronique, Trig, DAQ

Solenoid, Detecteur de Traces
Silicon Vertex, Preshowers Fibres Sci.

Les détecteurs Centraux

Silicon Microstrip Tracker (SMT)

- 6 barrels + 12 disques

Fiber Tracker (CFT)

- 8 super-couches de fibres scintillantes

Solenoid

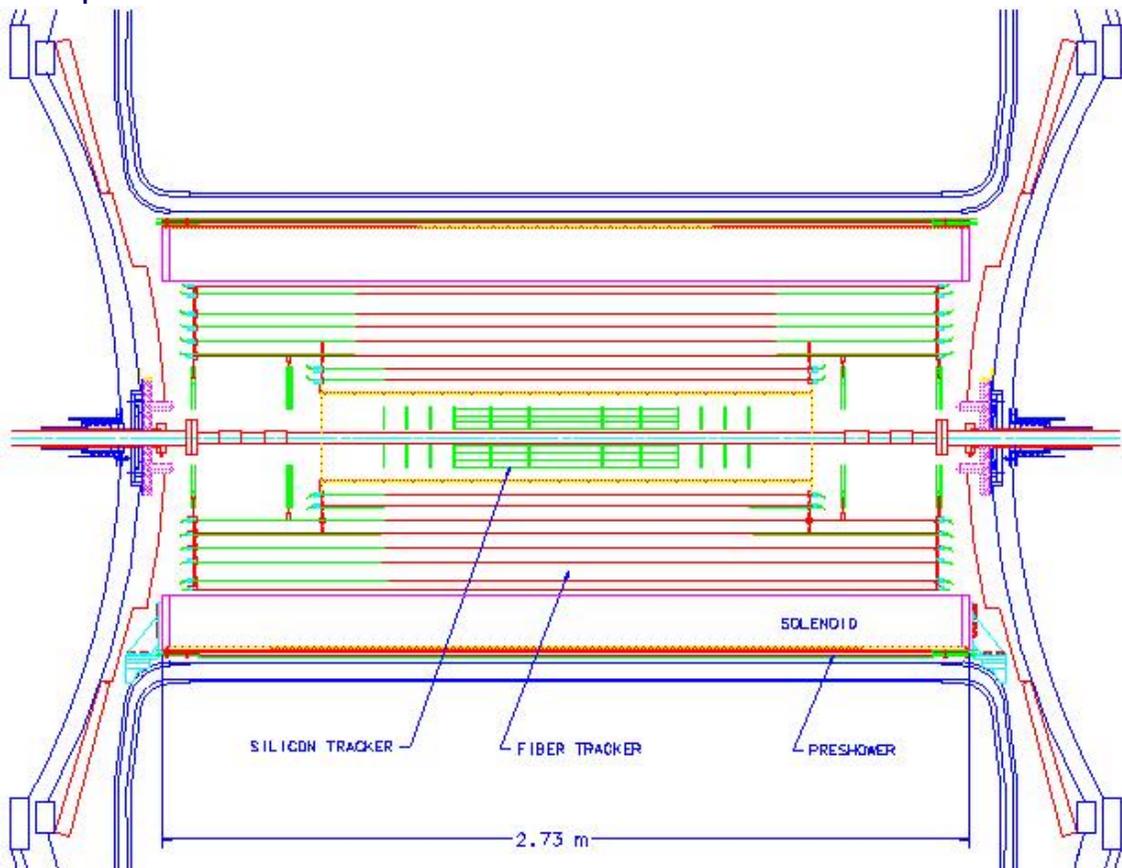
- champ de 2T (supra-conducteur)

Central Preshower (CPS)

- 3 couches de strips/pistes + fibres scintillantes

Forward Preshower (FPS)

- Strips + fibres scintillantes



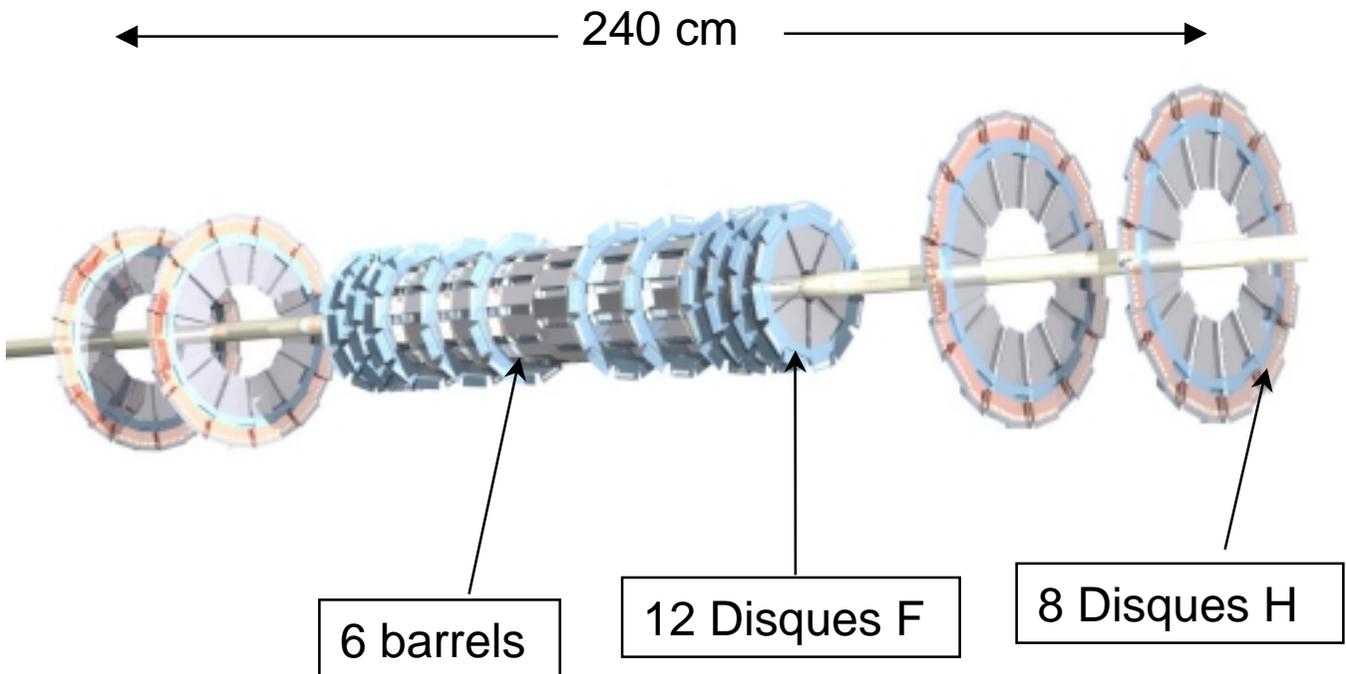
Détecteur au Silicium

Motivations:

- mesure des moments des traces proche du tube à vide
- mesure des vertex secondaires pour identification des quarks lourds

Caractéristiques:

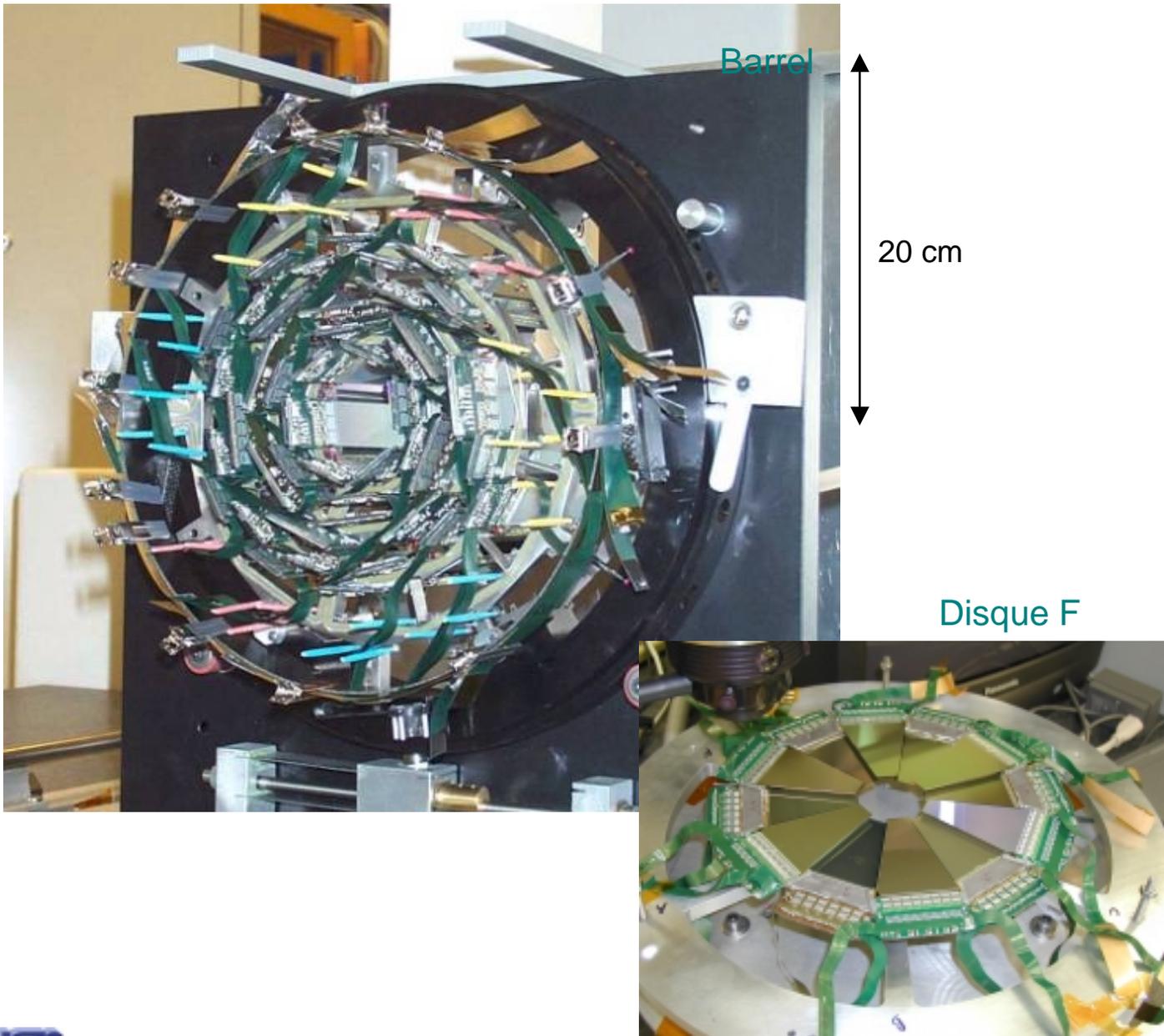
- 790 K canaux
- Couverture : $|\eta| < 3$
- Supporte radiations > 1 Mrad
- Déclenchement de niveau 2: paramètre d'impact



Détecteur de Vertex

Performances

- vertex primaire $\sim 15\text{-}30\ \mu\text{m}$
- paramètre d'impact $\sim 50\ \mu\text{m}$



Détecteur Central à Fibres scintillantes (CFT)

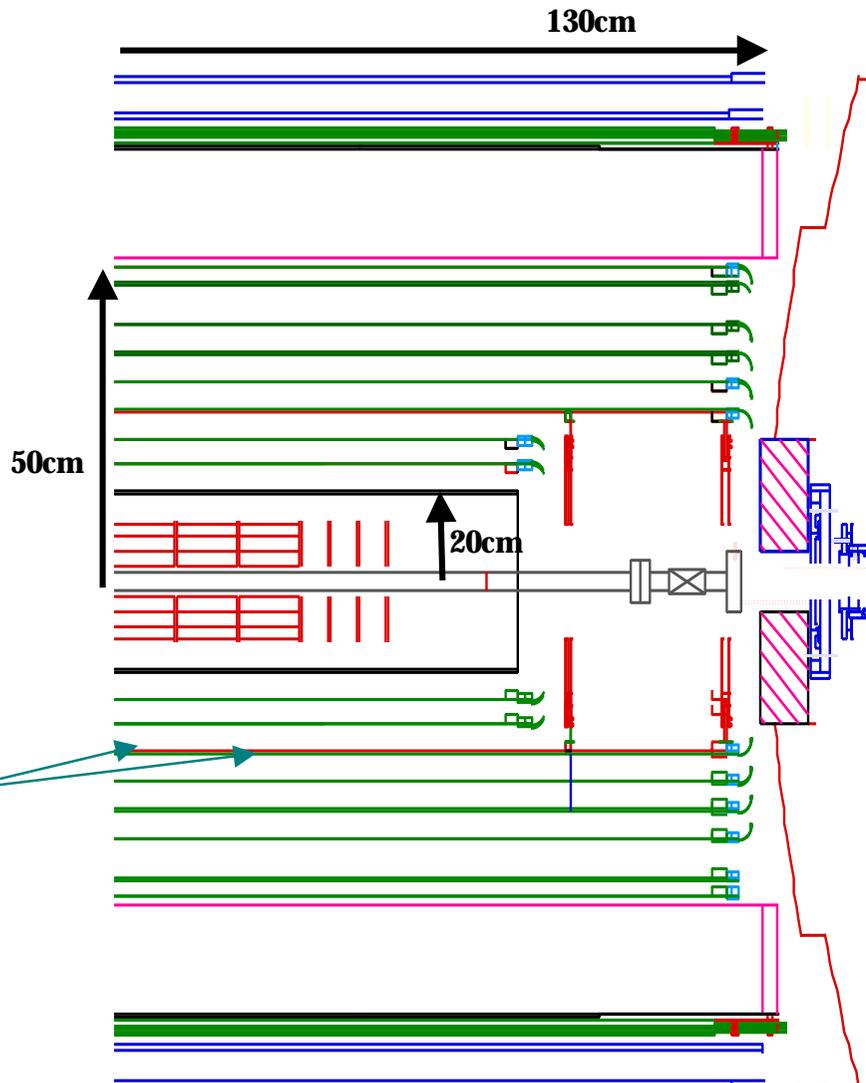
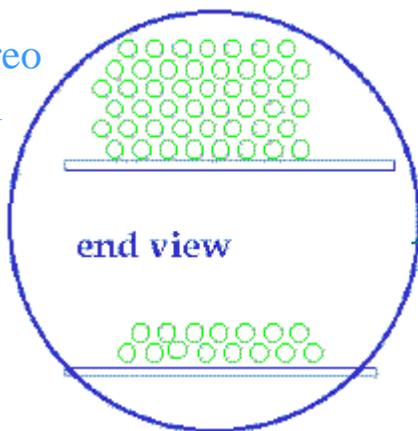
Caractéristiques:

- Fibres de diamètre de 830 μm
- 8 super-couches de rayon $r = 20$ à 51 cm
- 2 doublets par couche: Axiales + Stereo (angle $\sim 3^\circ$) u-z, v-z
- Couverture: $|\eta| < 1.7$
- Nombre de canaux $\sim 77\text{k}$

Performances:

- Résolution position
 $\sim 100 \mu\text{m}$
- Information utilisée
niveaux L1 et L2

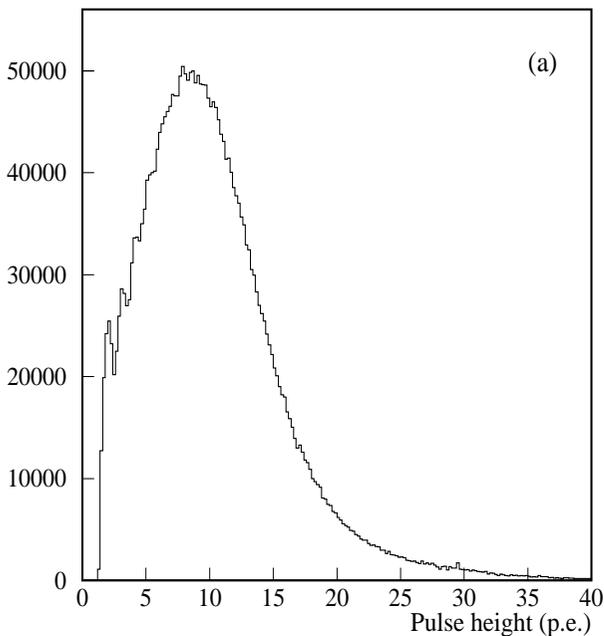
uv stereo
z-axial



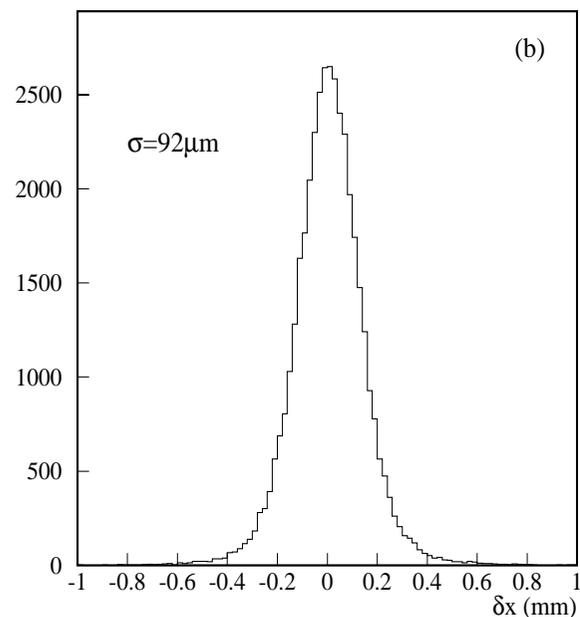
Performances du CFT

Test avec des muons (cosmiques)

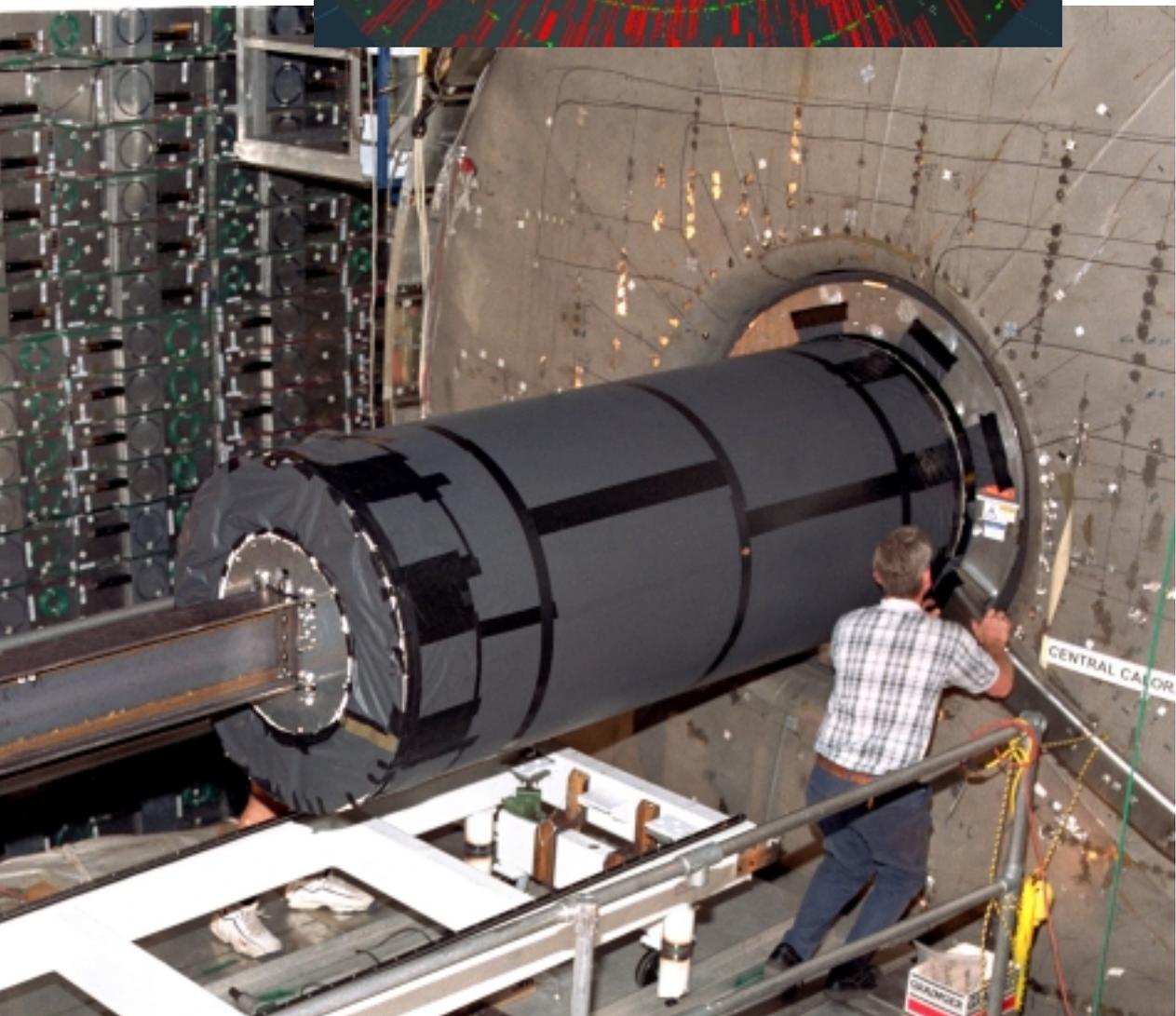
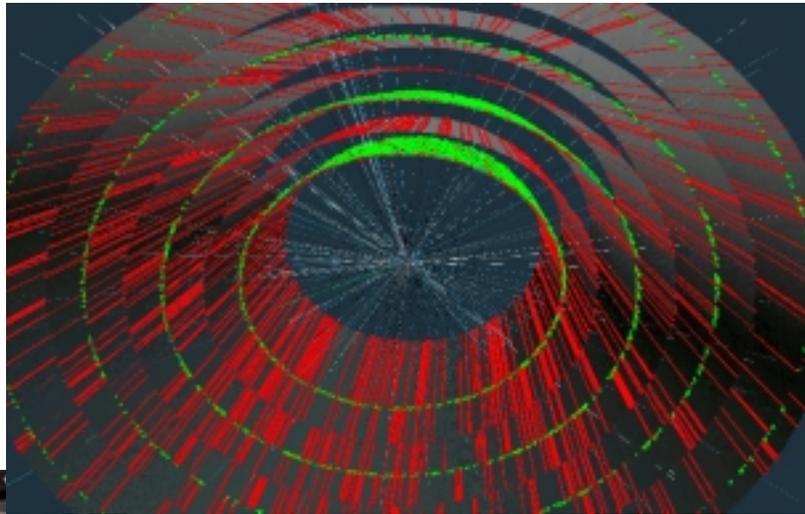
- a) 8.5 p.e. / fibre
> 2.5 p.e. nécessaire pour 100% efficacité



- b) Résolution sur la position (Doublet):
~100 μm
- c) Efficacité reconstruction (Doublet):
> 99.9%



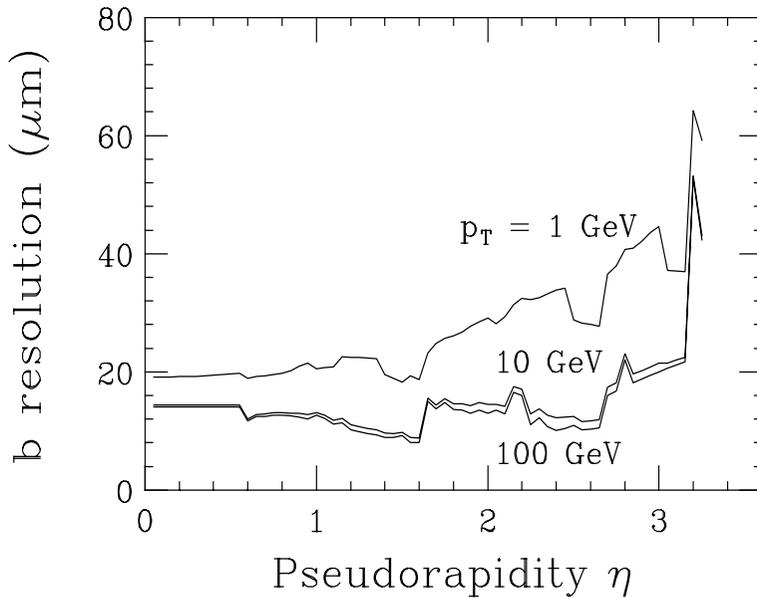
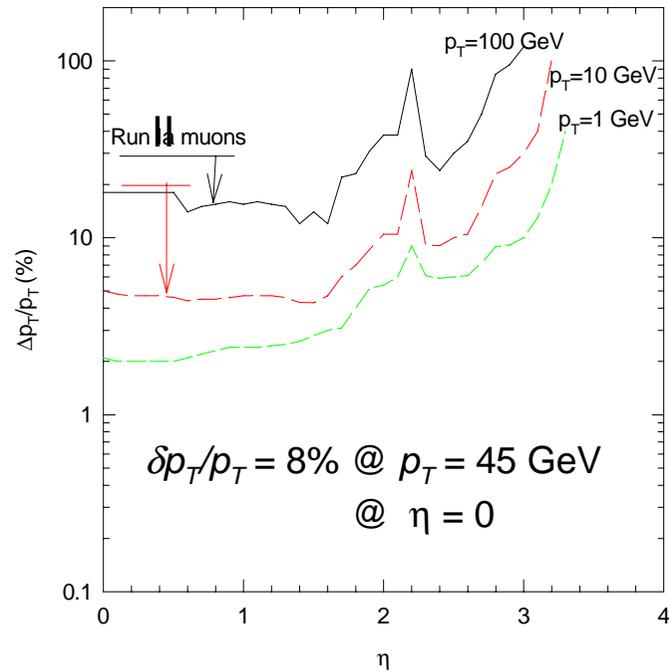
Tracker à fibres scintillantes



Performance des détecteurs de traces

Résolutions sur p_T et sur paramètre d'impact (SMT + CFT):

- Haute efficacité de reconstruction (95%)
- Résolutions vs rapidité η
 - moment: $dp_T/p_T^2 = 0.002$ (Silicon+CFT)
 - paramètre d'impact b : $<80 \mu\text{m}$



- Reconstruction des Vertex:

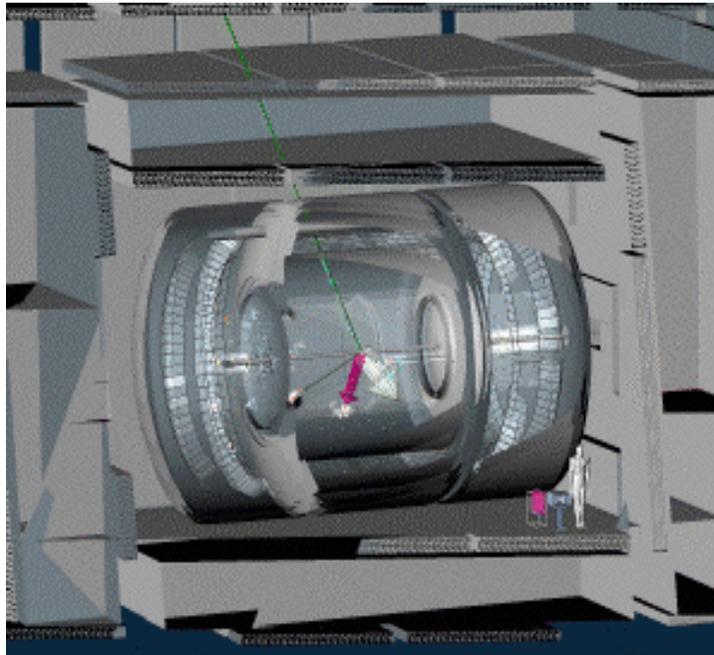
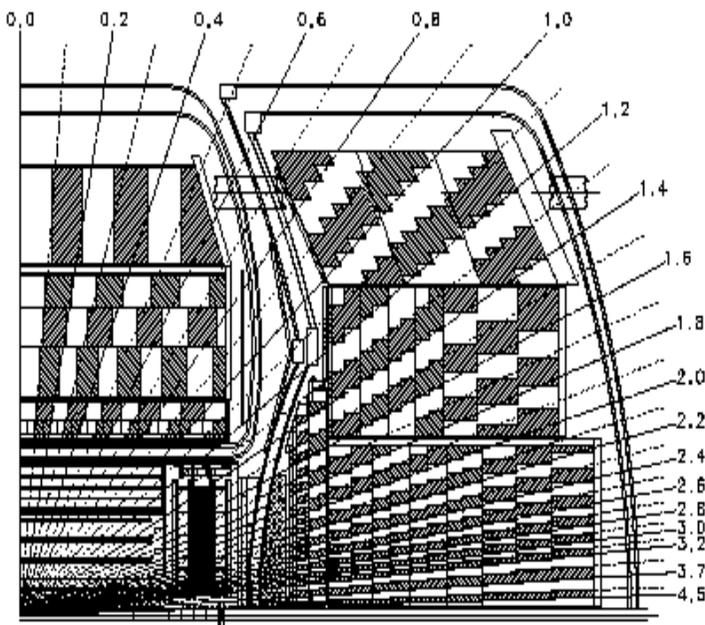
Vertex primaire $\sim 15\text{-}30 \mu\text{m}$ (r- Φ) pour tt / bb

Vertex secondaire: $\sim 40 \mu\text{m}$ (r- Φ) , $100 \mu\text{m}$ (r-z)

Le Calorimètre de DØ

Calorimètre

- Absorbeur : Uranium / Echantillonneur: Argon Liquide
Cryostat Central : $|\eta| < 1.0$
Cryostat Avant/Arrière: $1.2 < |\eta| < 4.0$
- Fine segmentation:
5000 Tours: $\Delta\phi \times \Delta\eta = 0.1 \times 0.1$
Fine granularité (0.05 x 0.05) à l'extension maximale de gerbe EM
Tours de déclenchement: $\Delta\phi \times \Delta\eta = 0.2 \times 0.2$



- Performances:
 $\sigma(\text{EM}) \sim 16\% / \sqrt{E}$ et $\sigma(\text{HAD}) \sim 50\% / \sqrt{E}$
Résolution position $\sim 0.8\text{-}1.2$ mm pour e- de 100 GeV

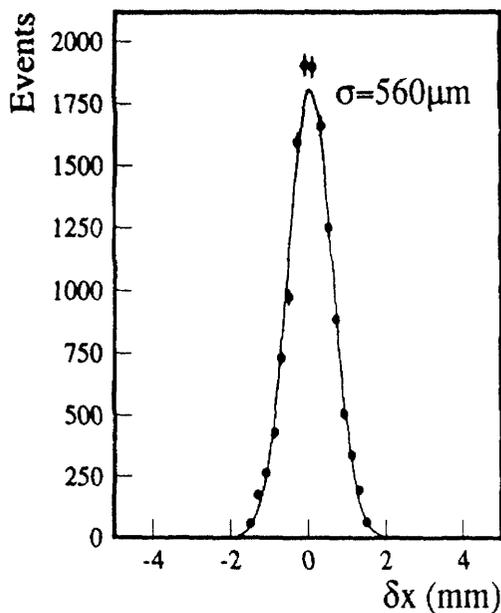
Electronique du Run II

- adaptation aux 396/132 ns entre paquets
pipeline

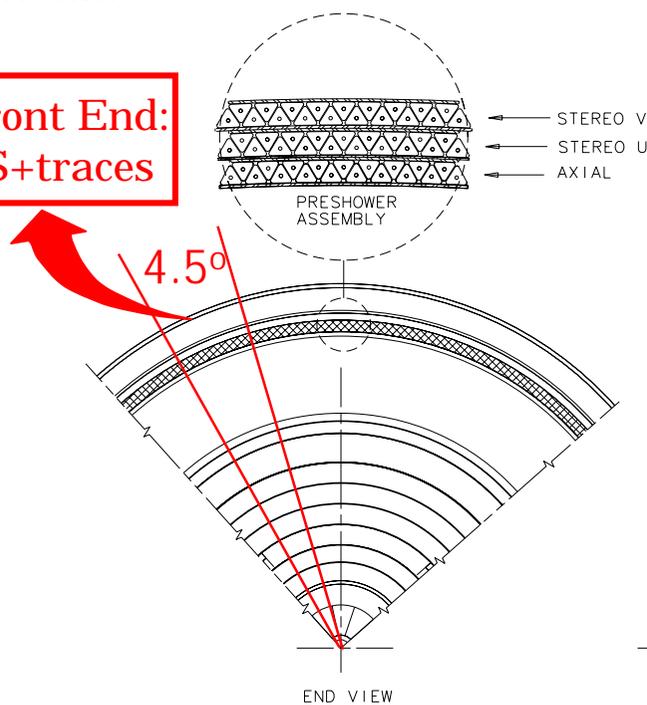
Preshower Central (CPS)

Caractéristiques:

- Pré-radiateur $2X_0$ (solénoïde + Pb)
- 3 couches de pistes triangulaires traversées par fibres scint.:
1 axiale (x) + 2 stereo 20° (u,v) = 1280 x 3 canaux
- Lecture / secteur conjointe avec le Tracker électronique "Front End"



Front End:
PS+traces



Performances:

- Identification des particules:
Position : résolution $< 1.4 \text{ mm}$ (e- de 10 GeV) / $600 \mu\text{m}$ (μ^-)
ID : étiquetage électron avec Preshower + trace
- Déclenchement:
Niveaux 1 et 2: réduction des fonds QCD par facteur 3-5

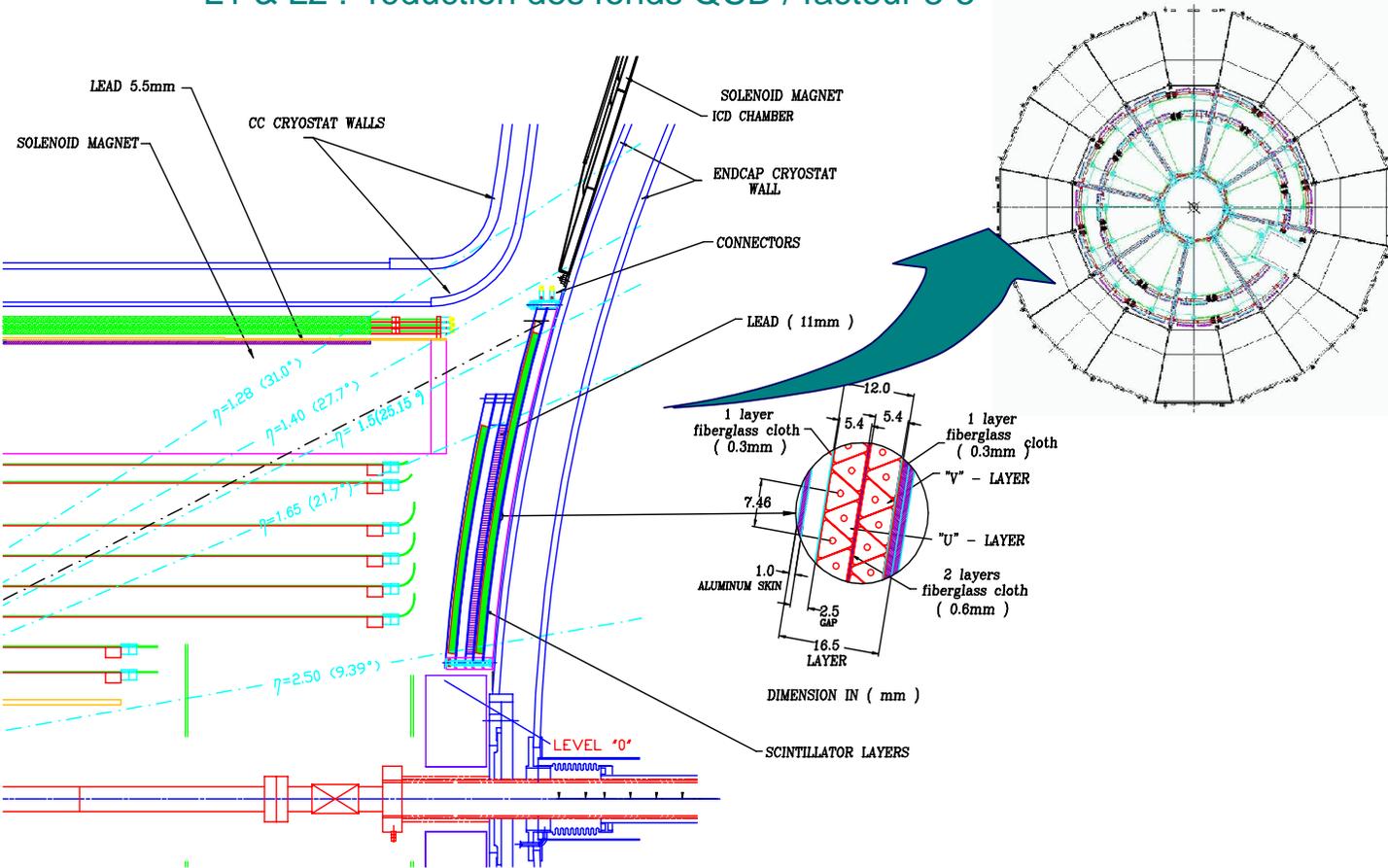
Preshower Avant-Arrière

Caractéristiques:

- Placement sur paroi externe du cryostat du Calorimètre bouchon
- Couverture : $1.5 < |\eta| < 2.5$
- 4 couches de strips triangulaires / fibres scint.:
 4 x stéréo 22.5° (u,v) = 14878 canaux
 2 couches(u,v) / Radiateur $2X_0$ (Pb) / 2 couches(u,v)

Performances:

- Même résolution que pour le preshower central
- Déclenchement & ID particules:
 L1 & L2 : réduction des fonds QCD / facteur 3-5



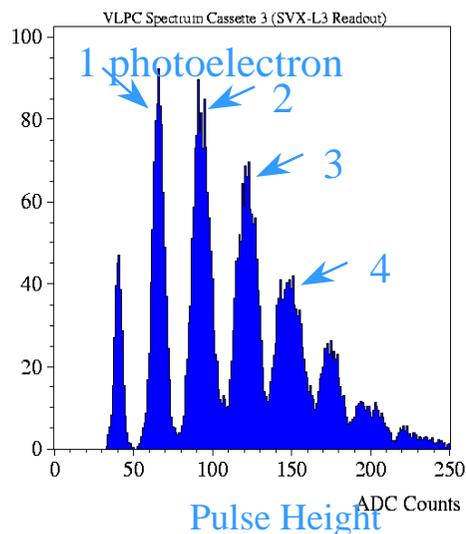
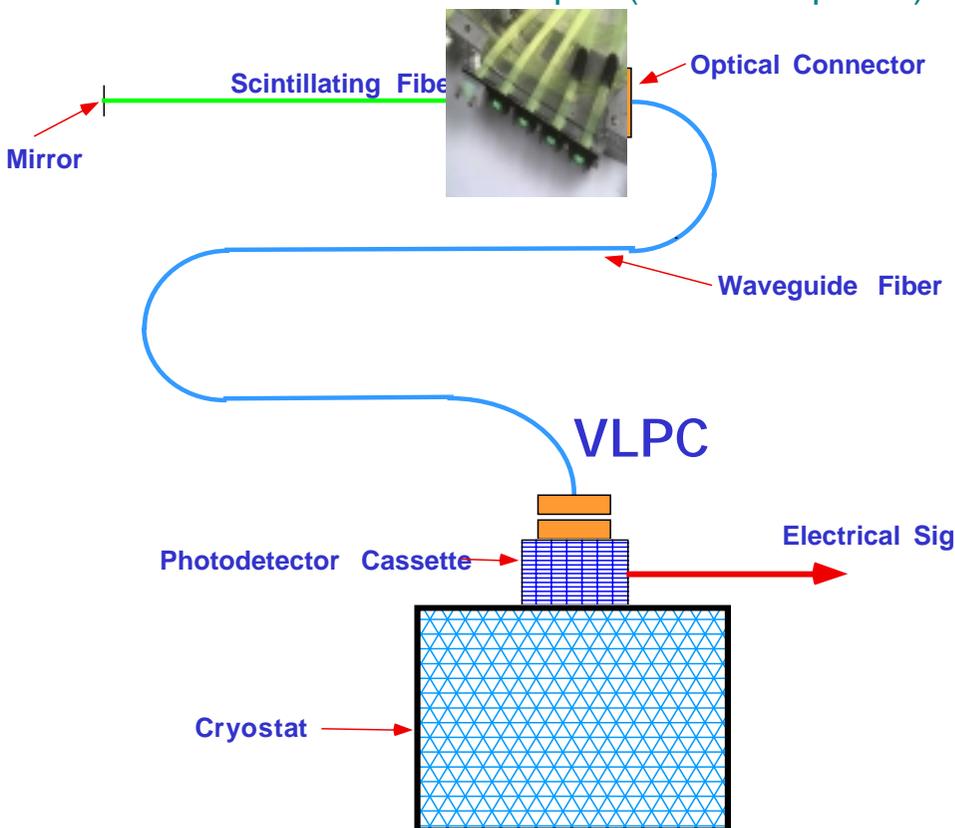
Lecture des Fibres scintillantes

Système de lecture des fibres

- Commun au tracker + preshowers
- Signal (photon visible) guidé par fibres WLS

Photoconversion et Amplification du signal

- Cartes Analogiques "Front End"
- Photo-conversion de photons visibles (VLPC)
 - Température: $T=6-13\text{ K}$
 - Amplification: 40K-60K , efficacité quantique $\sim 80\%$
 - Conversion : 15 p.e. / mip (1 mip $\sim 0.8\text{ MeV}$)
 - Bruit faible: seuil 1.3 p.e. (0.5% occupation)



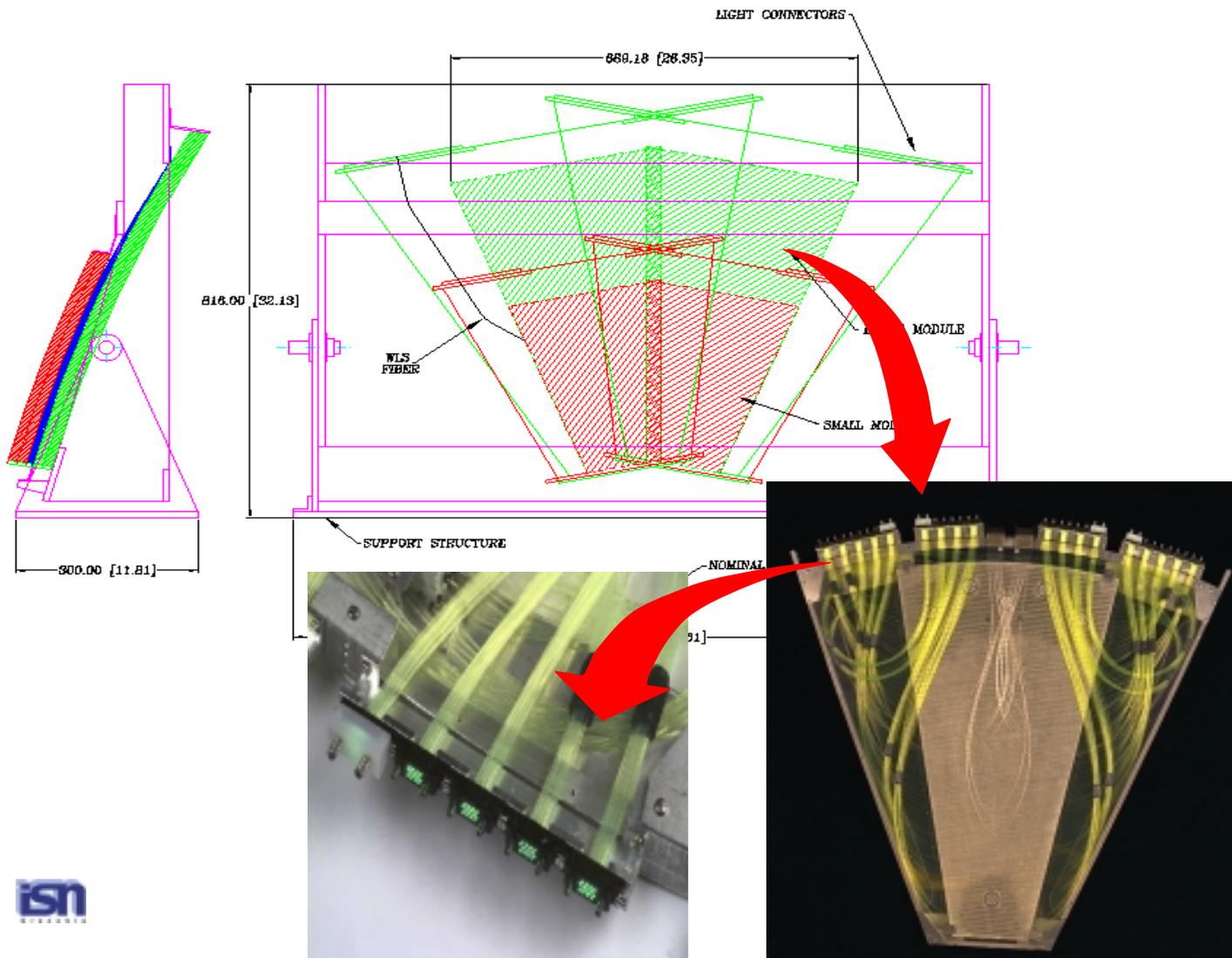
Faisceau test du Preshower

Objectifs:

- Test de l'électronique d'acquisition (SVX-II)
- Caractérisation des particules e / π
- Calibration du détecteur (pe's / MIP)

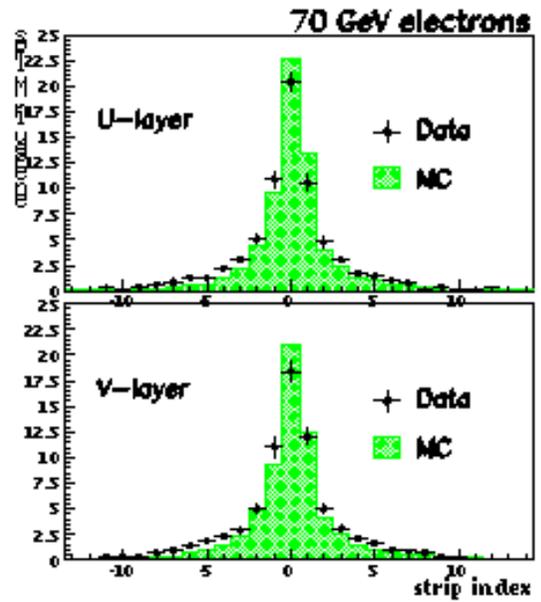
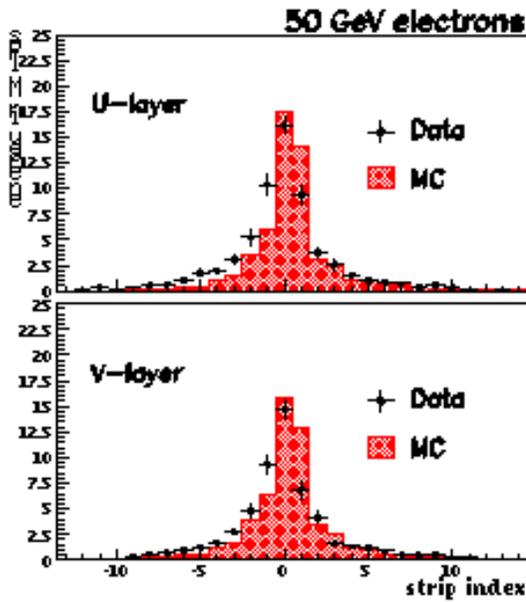
Banc d'essai:

- faisceaux pions, électrons (50, 70 GeV)
- 4 modules testés, chips SVX-II, VLPC +Cryogénie



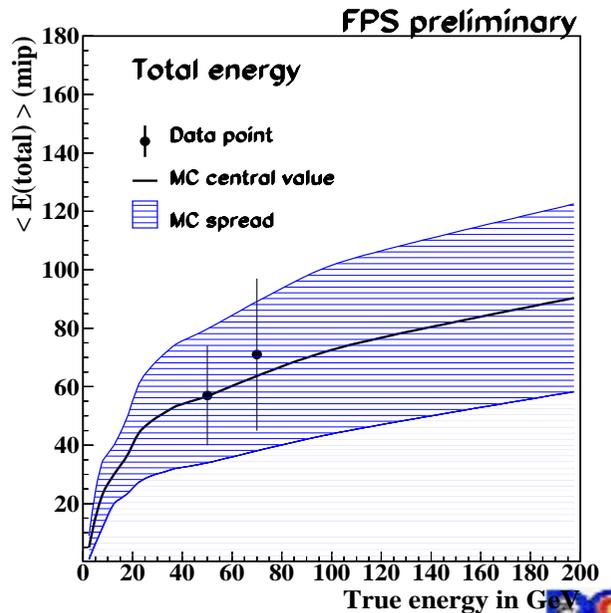
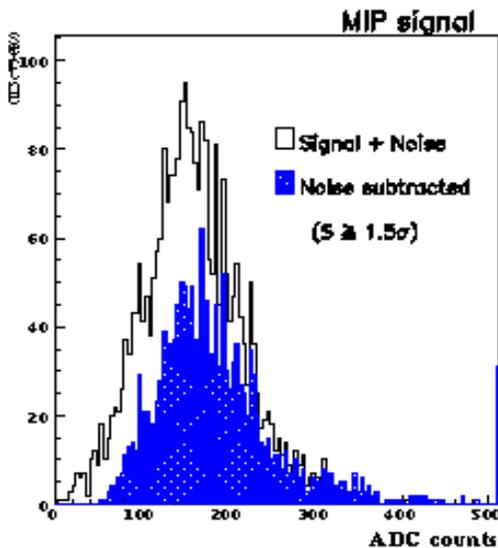
Faisceau test: qqes résultats

Gerbe due au passage de l'électron: data versus MC

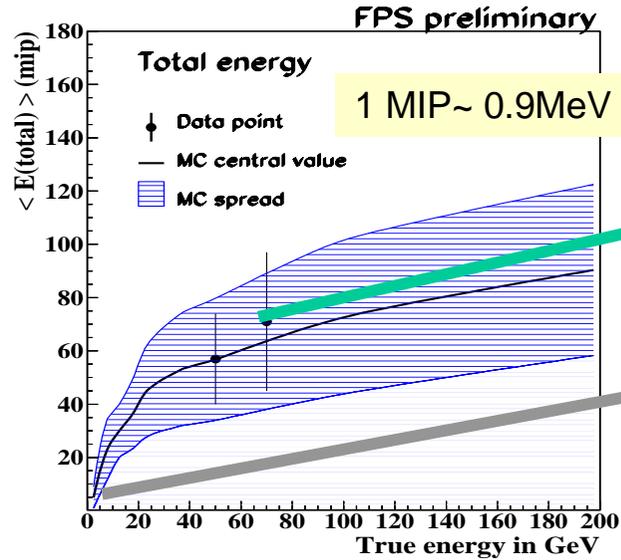


Calibration: $1 \text{ mip} = 15 \pm 3 \text{ p.e.}$

E_{FPS} vs E_{Vraie}



Electronique de Lecture du Preshower

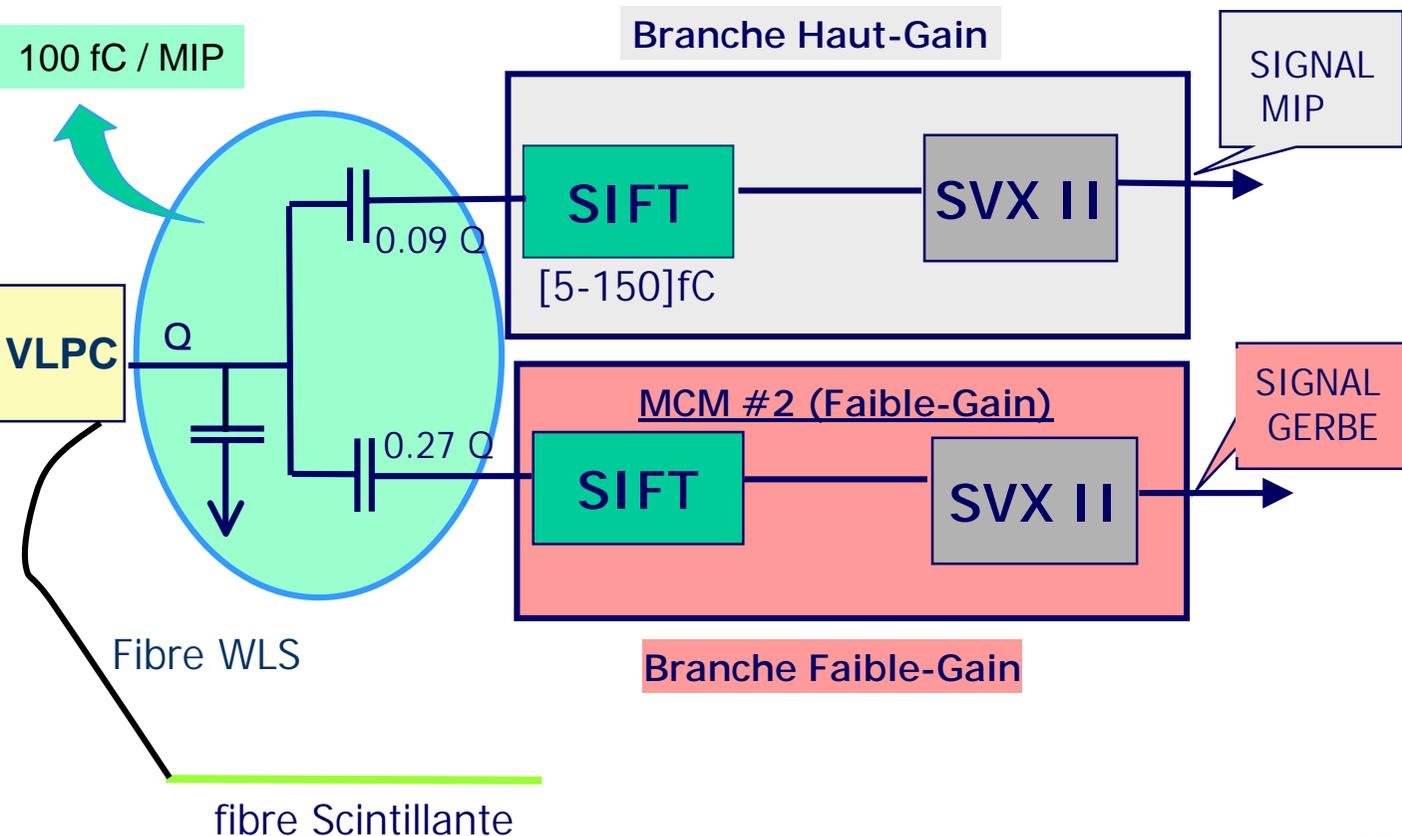


2 gammes dynamiques:

- Faible Gain: (Gerbe)
 - [5, 150] MIPs
 - Mesure des gerbes EM
- Haut Gain: (MIP)
 - [0.3-3] MIP
 - Electrons de faible p_T
 - Hits, Calibration (MIP)

Seuils:

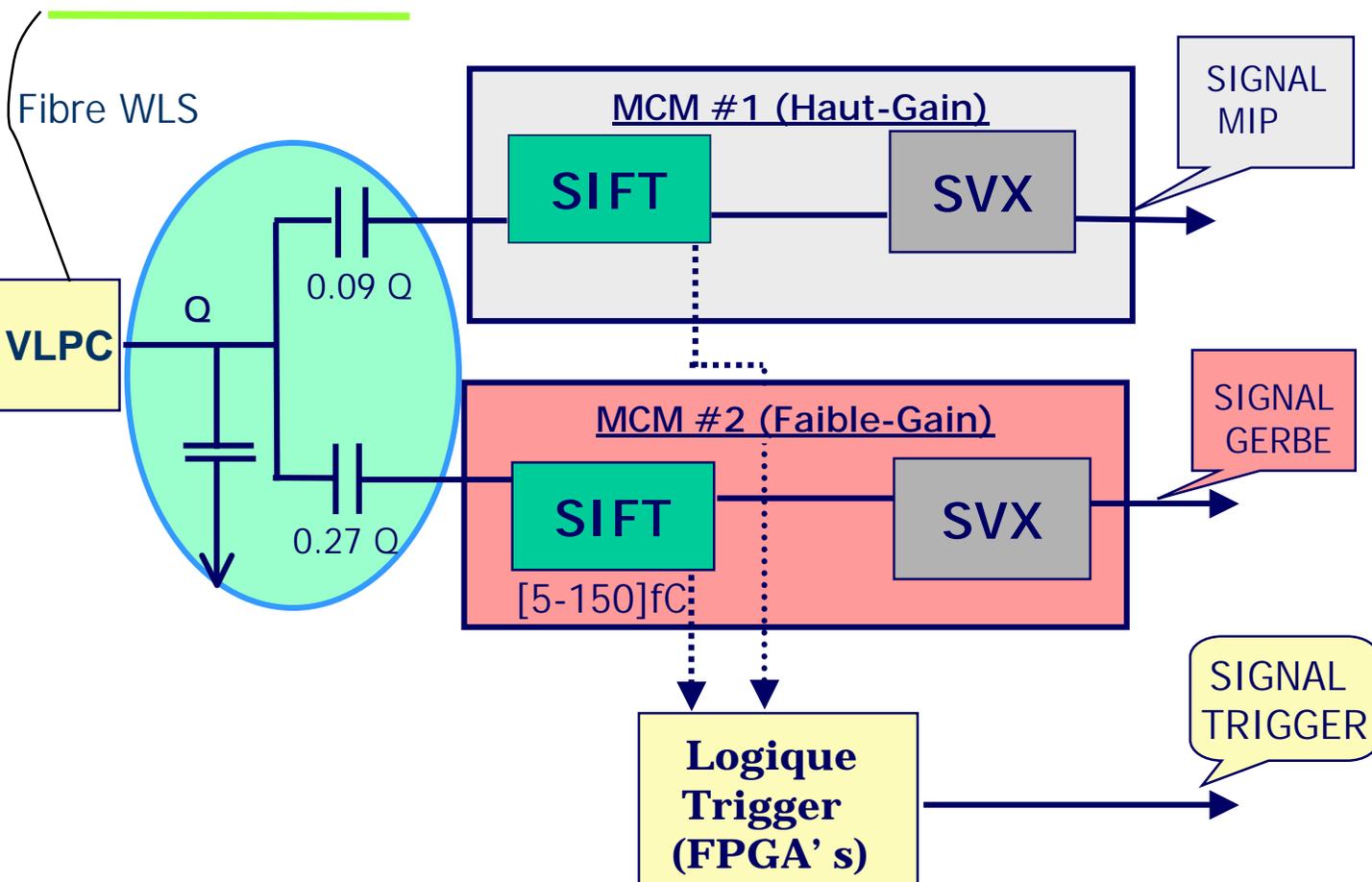
5 fC / Γ (bruit électronique) ~ 0.7 fC



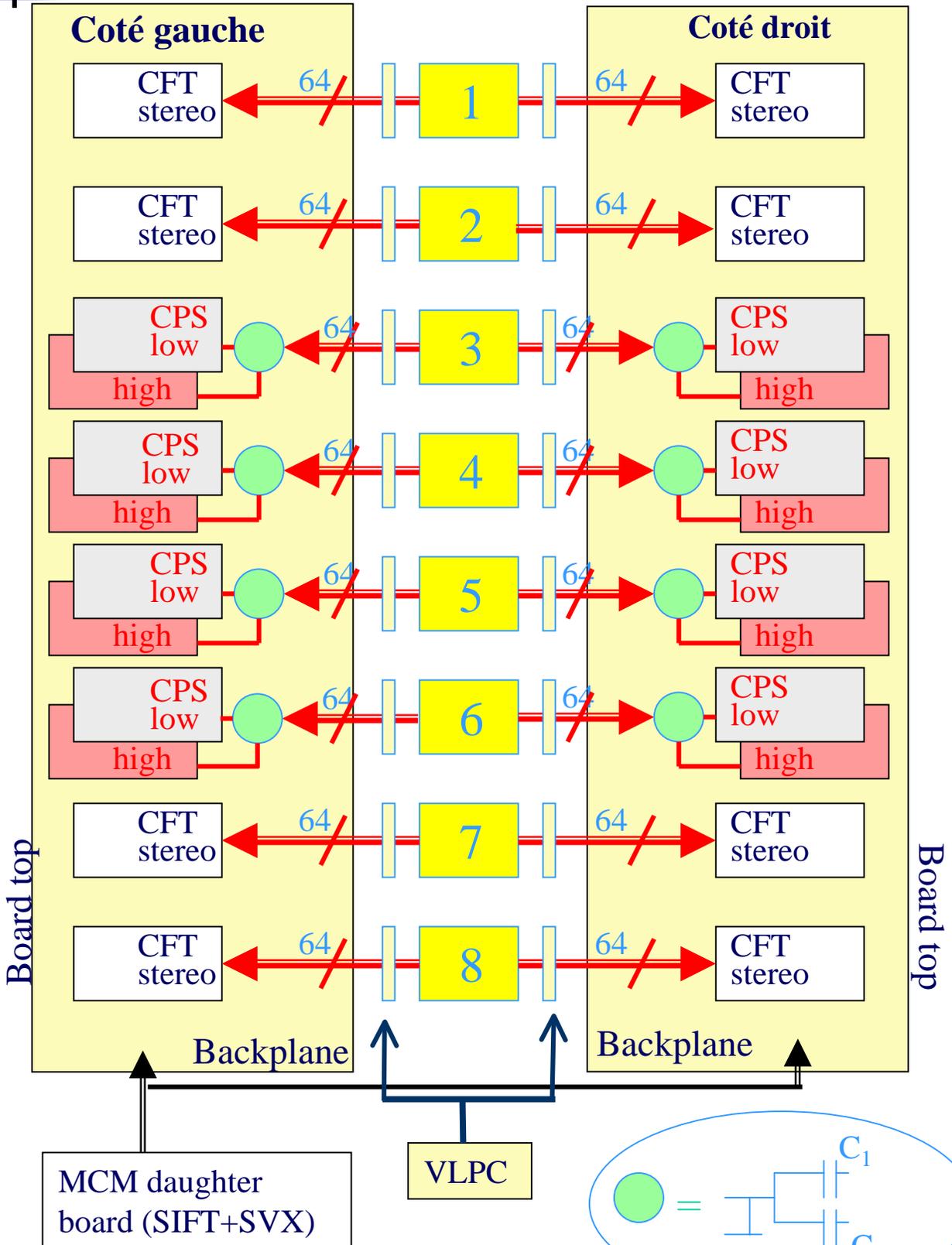
Déclenchement des Preshowers

Déclenchement du signal:

- Utilisation de 2 gammes dynamiques
 - Détection MIP (~ 0.9 MeV): traces , calibration [0.3-3] MIP
 - Détection des gerbes électromagnétiques: [5, 60] MIPs
- Déclenchements et lecture:
 - L1: chips SIFT [0/1], alimente la carte trigger (FPGA)
 - forme cluster u,v (= strips adjacent avec $E >$ seuil Bas / Haut)
 - L2: chips SVX-II numérisent le signal
 - forme de gerbe, isolation, énergie, localisation 3D

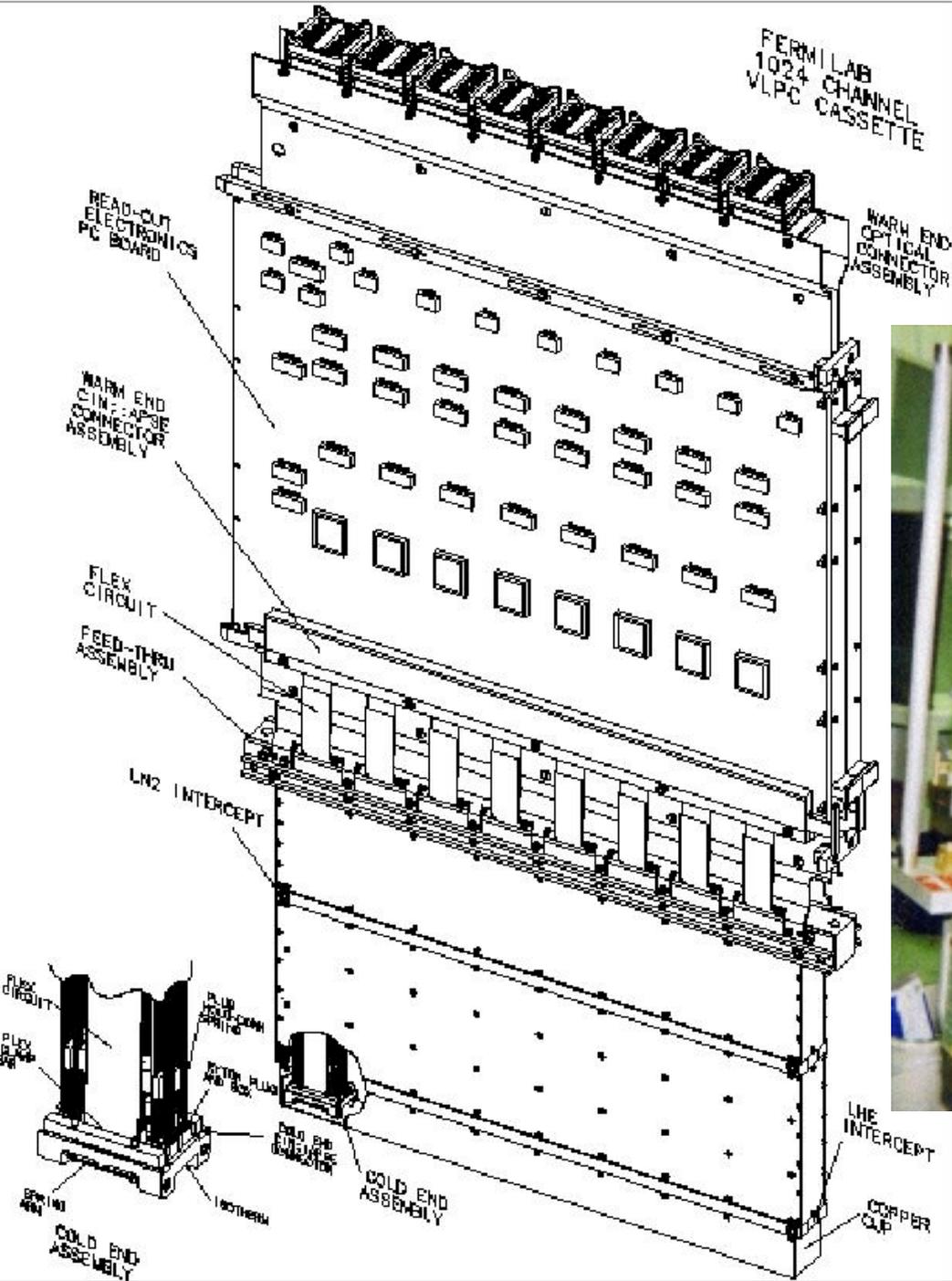


Cassette 12 MCM (2 AFE Bd)



Cassette VLPC

Analog Front End (AFE) Board

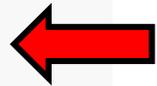


Le déclenchement EM à DØ

Architecture et contraintes

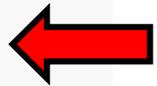
Membre du “Trigger Pannel”

- Design du niveau 1 (global)



Déclenchement électromagnétique

- Responsable du niveau 1 FPS



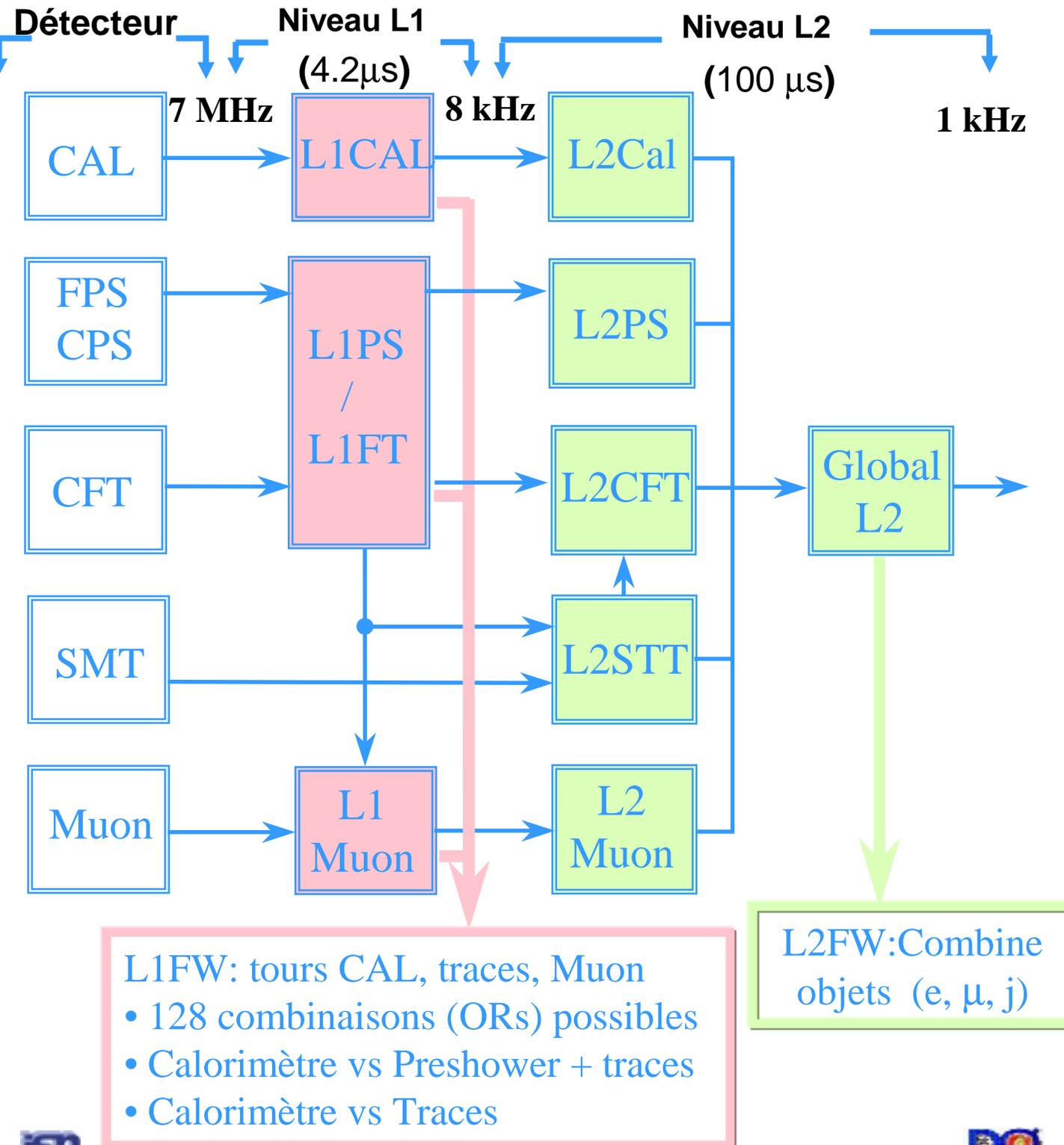
Déclenchement $J/\Psi \rightarrow ee$

- Responsable du niveau 1 FPS(+CAL)

- Responsable du Niveau 2 FPS(+CAL)



Architecture & Contraintes

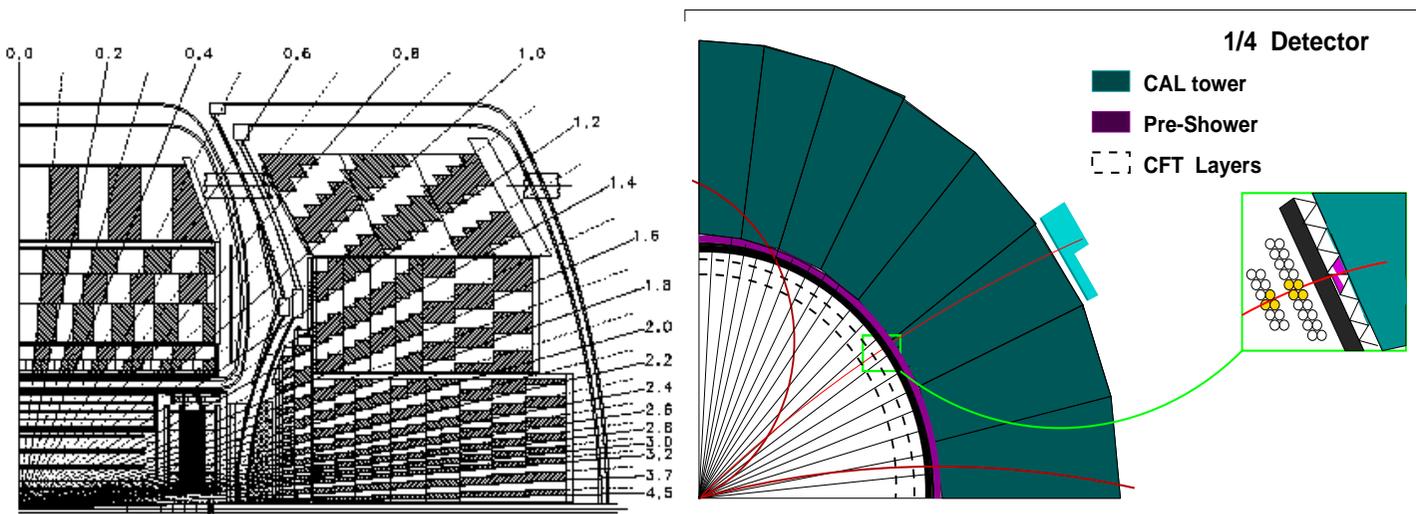


Déclenchement EM central L1

L1CAL

Calorimètre EM / HAD

basé sur: # tours EM (0.2x0.2) avec $E >$ seuil (2.5, 5, 7, 10 GeV)



L1PS

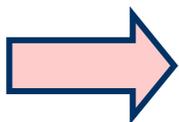
Pré-Shower Central (CPS)

basé sur: # gerbes EM = Σ strips avec Estrip > seuil Haut / Bas

L1CFT

Détecteur de Traces central (CFT)

– #trajectoires signées / bin p_T [1.5-3], [3-5],[5-10],[10, ∞] GeV/c



Déclenchement global:

– 128 combinaisons possibles entre détecteurs



Coincidence par quadrant: (ex. J/psi)

2x [1tour EM +(1 gerbe PS + trace petit p_T / quadrant]
2 tours EM+(2 gerbes PS+ trace petit p_T) / quadrant

Déclenchement EM central L2

L2CAL

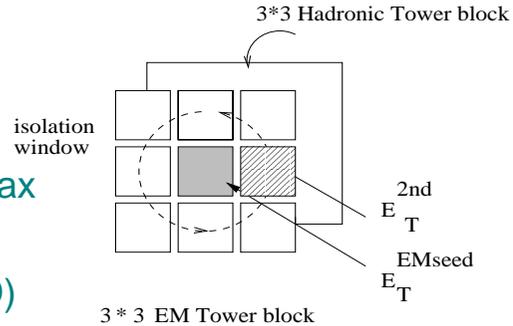
Calorimètre EM/HAD

- Tour calorimétrique "seed" = L1
- Energie EM totale du dépôt:

$$E_{TEM} = E_{TSEED} + E_{T2nd-max}$$
- Fraction EM du dépôt:

$$EMF = E_{TEM} / (E_{TEM} + E_{THAD})$$
- Isolation du dépôt:

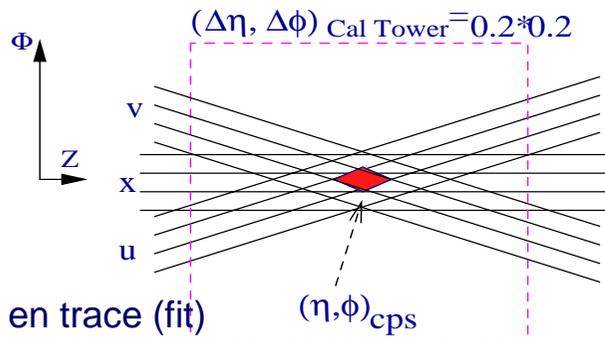
$$TISO = E_{TEM} / \Sigma(E_{TEM} + E_{THAD}) \quad (3 \times 3 \Sigma + \text{"seed"})$$



L2PS

Préshower PS:

- forme les gerbes 3D $(u, v, x) \rightarrow (\eta, \phi, z)$
- étiquetage électron/photon



L2CFT

Détecteur de Traces (CFT)

- convertit les trajectoires L1 en trace (fit)
- extrapole trace jusqu'à 3eme couche du calorimètre EM(3) (maximum de la gerbe)

L2CTT

Détecteur Vertex (SMT+CFT)

- combine traces CFT et SMT
- ré-ajustement :

$$\rho_T, d_0 \text{ paramètre d'impact}$$

Déclenchement EM Avant/Arrière

L1CAL

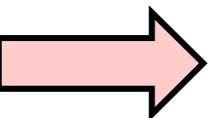
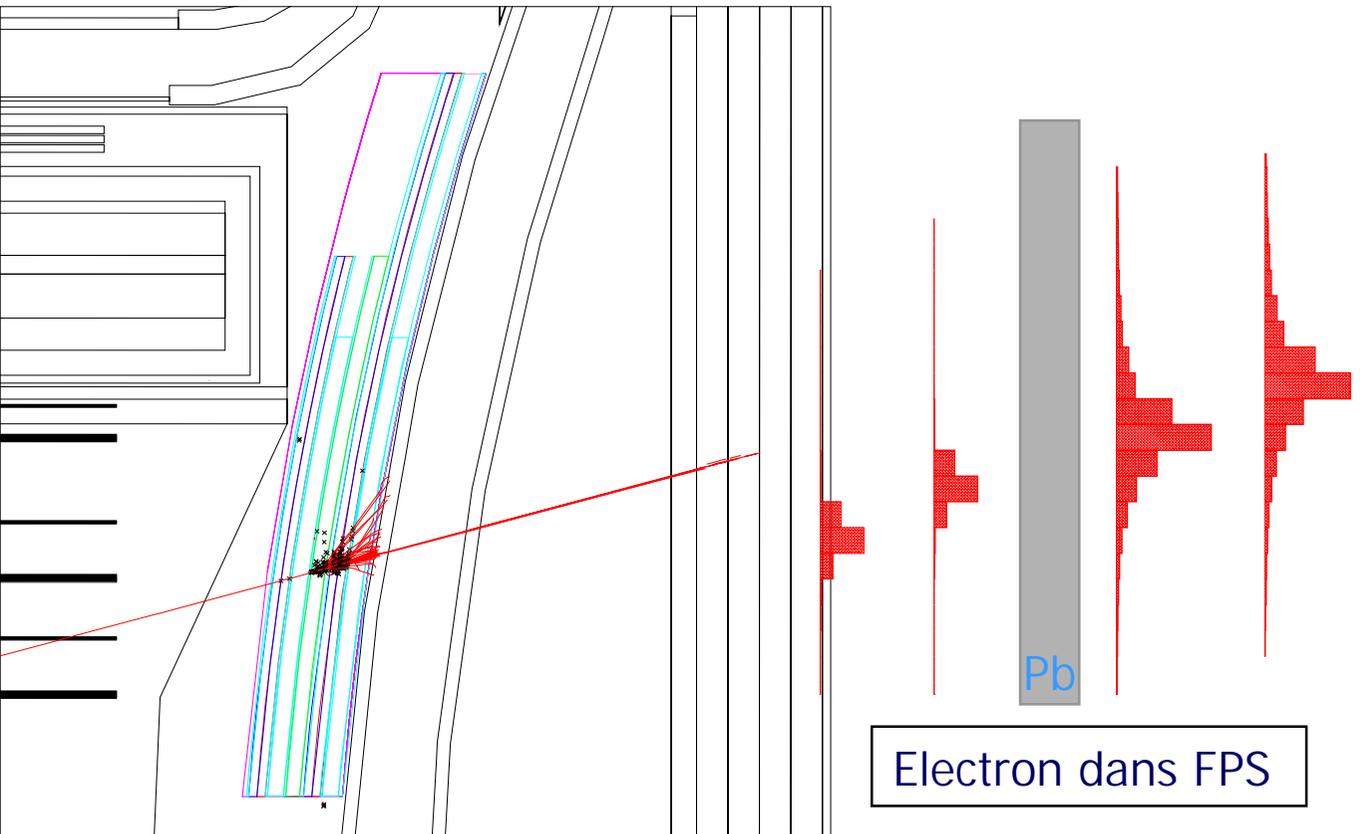
Calorimètre EM

tours EM ($\Delta\eta \times \Delta\Phi = 0.2 \times 0.2$) avec $E_T > [2.5, 5, 7, 10]$ GeV

L1PS

PreShower Avant /Arriere

gerbes = Σ strips avec $E_{strip} >$ seuil Haut / Bas (5/10 MIPs)
electron = gerbe PS (u ou v) + MIP (u ou v)



Déclenchement global

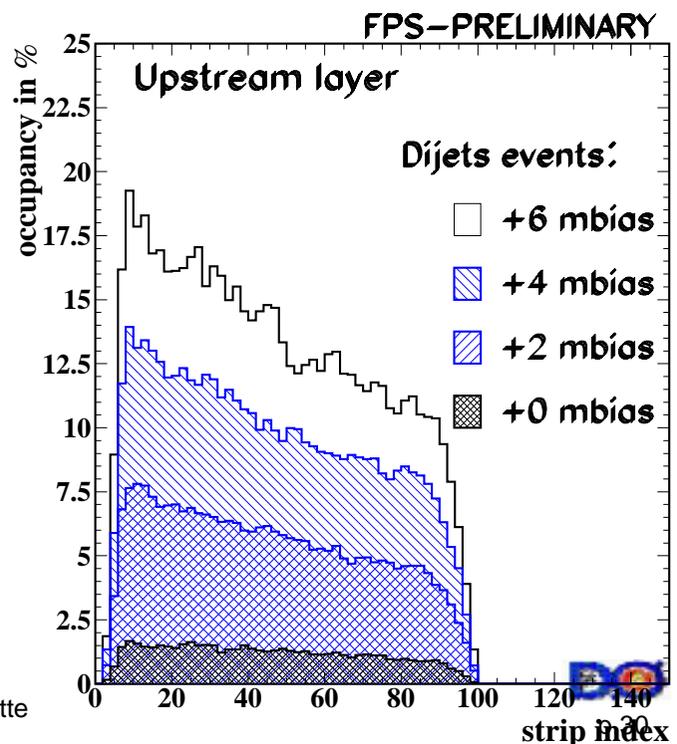
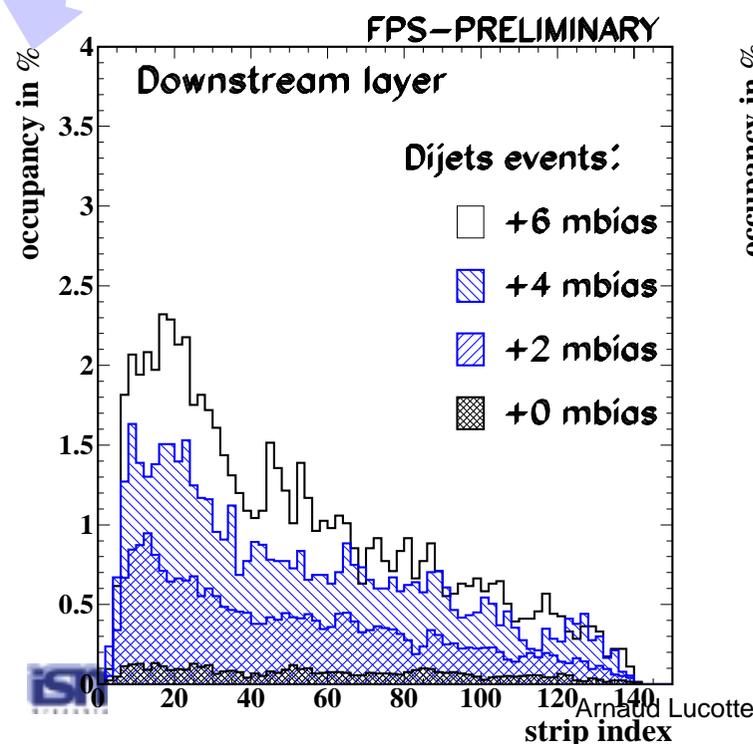
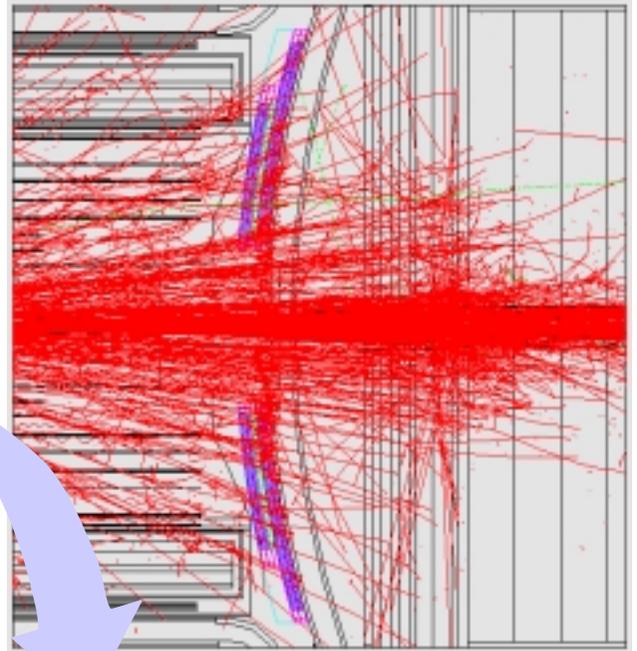
- combinaison des termes , coincidence par quadrant etc...
ex: 1 tour EM + 1 électron (u et v) FPS

Déclenchement EM Avant/Arrière

Occupation dans le Preshower:

- Interactions / croisement
 $\langle \# \rangle = 2.1$ (Poisson)
@ $2.10^{32} \text{ cm}^{-2}\text{s}^{-1}$
- détection mip:
 $T > 0.3 \text{ MIP}$
occupation = 7-10%
- détection gerbe:
 $T > 5 \text{ MIPs}$
occupation = 0.5-2.0%

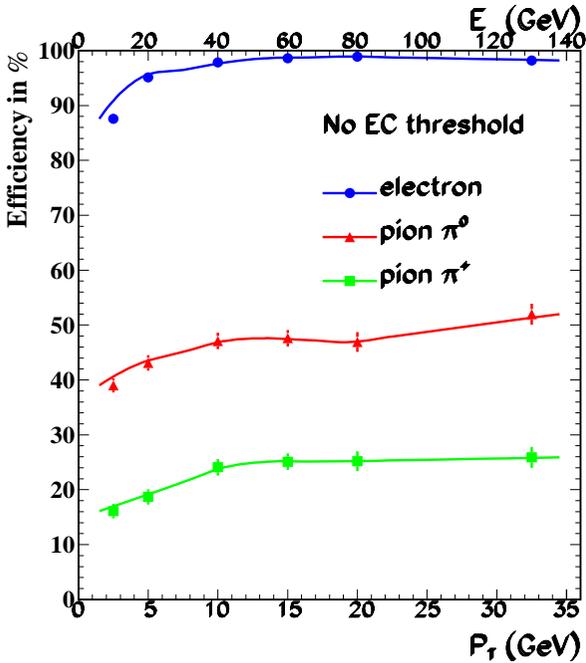
Dijet+6mbias



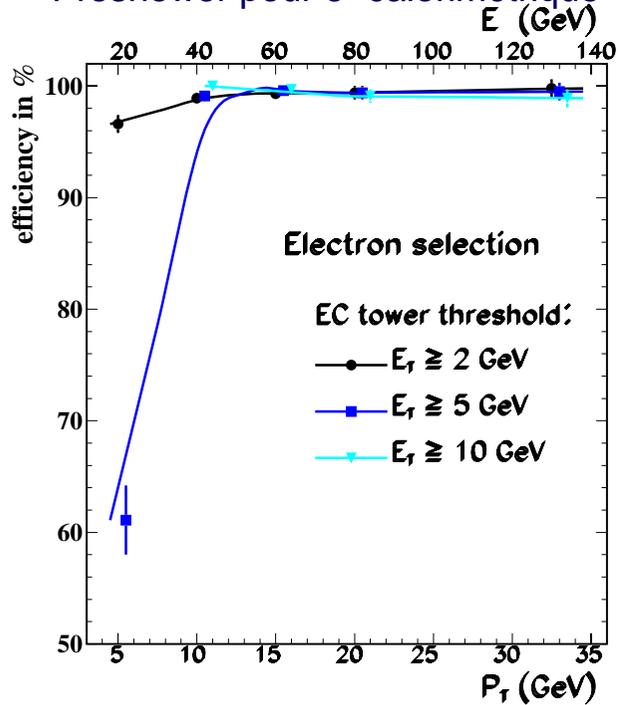
Le déclenchement EM Avant/Arrière

Efficacité:

Preshower seul



Preshower pour e- calorimétrique

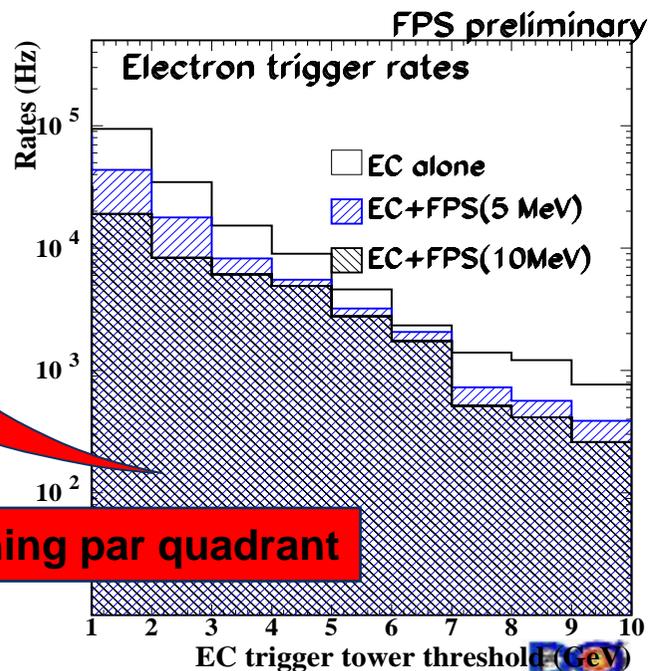


Taux de fond (QCD dijets):

- Réjection pions ($\pi^0 \pi^\pm$)
 - 20-25% de conversions de π^0 's
 - PS+CAL: facteur 2-4
 - (élevé pour faibles p_T)
- Sélection des fonds:
 - $E_T = 10$ GeV:
 - 700-Hz (CAL)
 - 200 Hz (CAL+PS) !!



Matching par quadrant



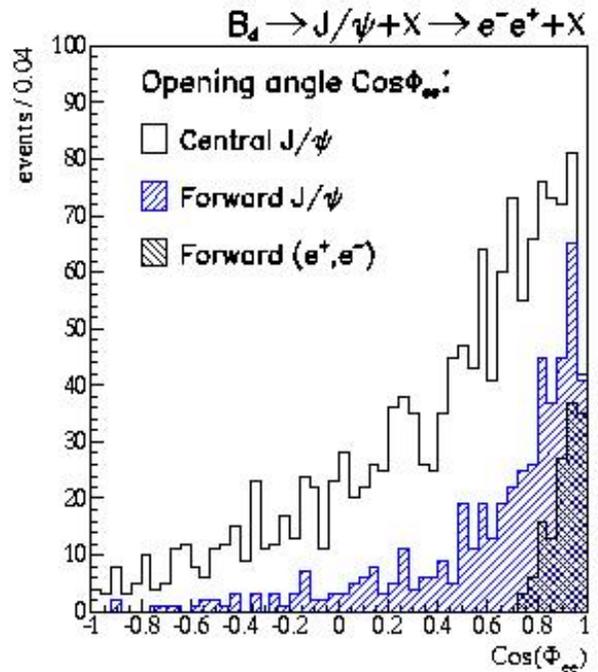
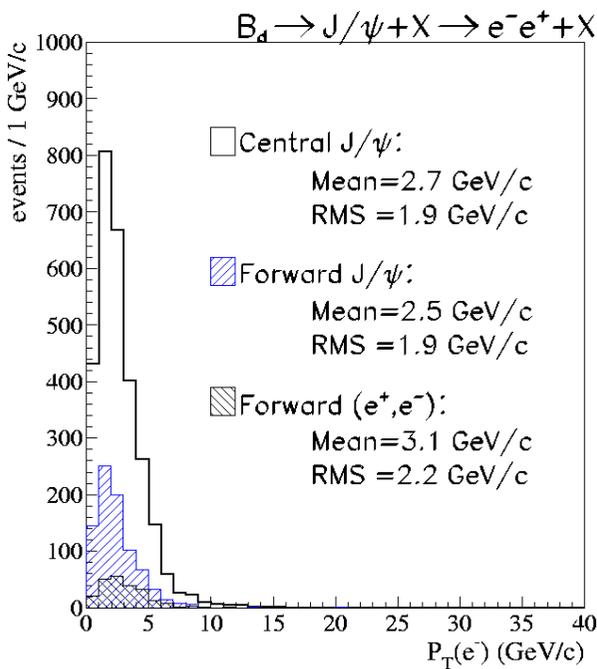
Le déclenchement $J/\Psi \rightarrow e^-e^+$ (L1)

Caractéristiques du signal:

- $B_d^0 \rightarrow J/\Psi K^0$: $\langle p_T(J/\Psi) \rangle \sim 0.7 \langle p_T^B \rangle$ avec $\langle p_T^B \rangle \sim M_B$
- $\chi_c \rightarrow J/\Psi \gamma$: $\langle p_T(J/\Psi) \rangle \sim 1.5 \text{ GeV}/c$



Calorimètre $\sim E_T > 2.5\text{-}3.0 \text{ GeV}$ / preshower $\sim T_{PS} > 2\text{-}4 \text{ MIP}$



Contraintes de déclenchement

- Taux de Fond Dijet: $\sim 7 \text{ MHz}$ @ $10^{32} \text{ cm}^2 \text{ s}^{-1}$
- Tolérance: $\sim 1 \text{ kHz}$ au niveau 1, $\sim 100 \text{ Hz}$ niveau 2



L1: Combinaison Trace + Preshower + Calorimètre
L2: reconstruction 3D, Masses invariantes etc...

Le déclenchement $J/\psi \rightarrow e^-e^+$ (L1)

Efficacité:

- Dépend des seuils CAL/PS
 - $E_T^{CAL} \sim 2.75-3.0$ GeV
 - $E_{PS} \sim 2.0-3.0$ MIP



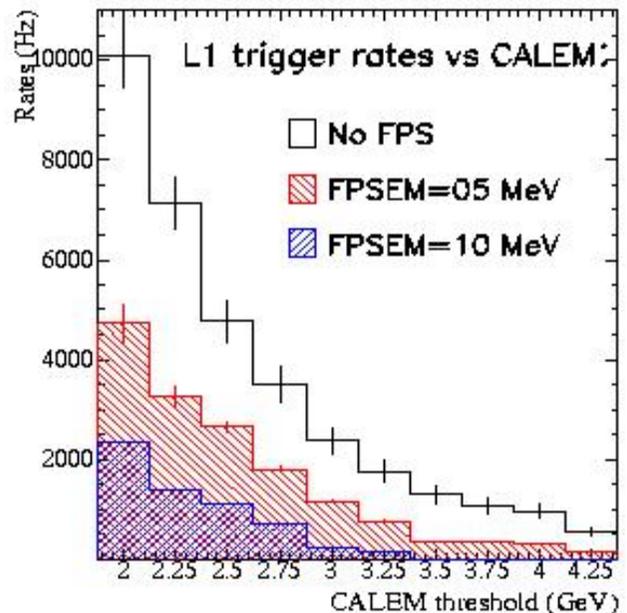
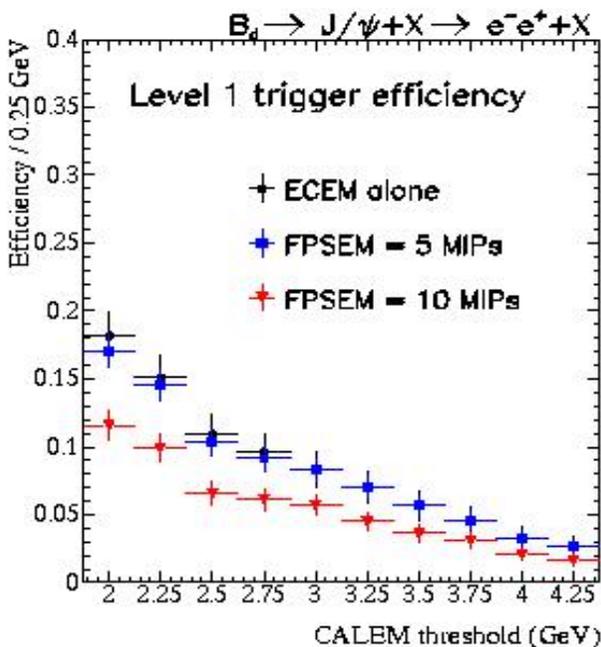
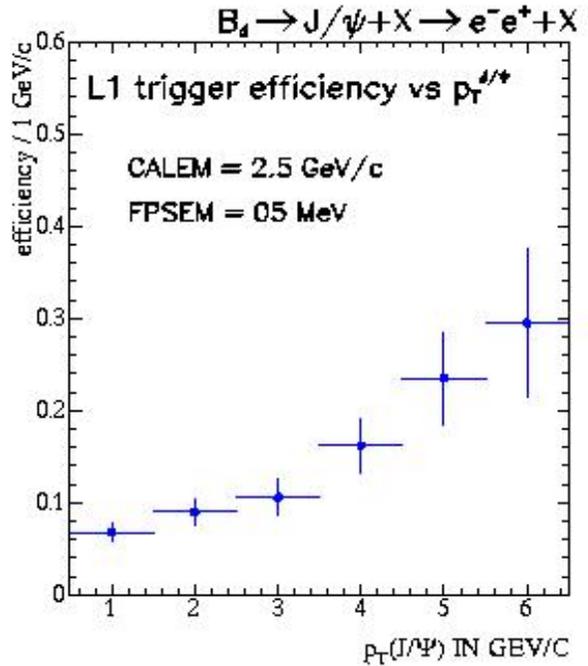
Centrale : $\epsilon \sim 25-30\%$
 Avant/arrière: $\epsilon \sim 5-20\%$

Fond dijets:

- Taux contrôlé par:
 - Matching /quadrant
 - Seuils E_{PS} (E_T^{CAL})



Centrale : 200-500 Hz
 Avant/arrière: 200-800 Hz



Le déclenchement $J/\Psi \rightarrow e^-e^+$ (L2)

Efficacité:

- Dépend du seuil L1 CAL E_T
- Dépend du seuil E_{PS} PreShower
- Sensible à fenêtre en Masse



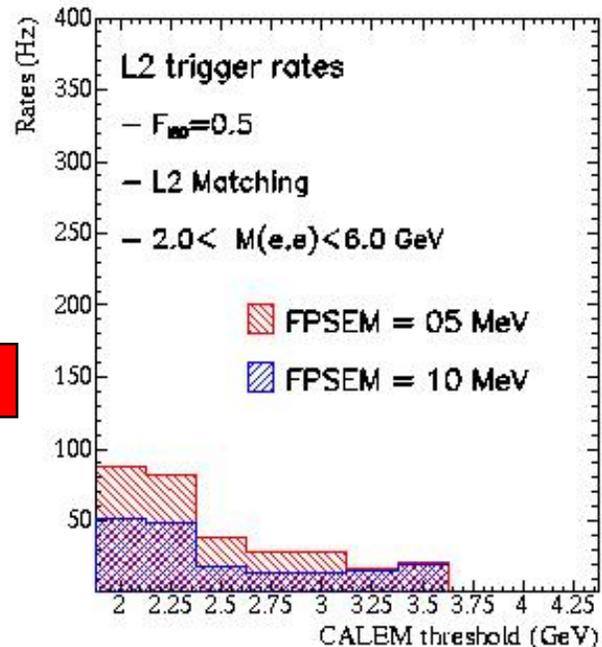
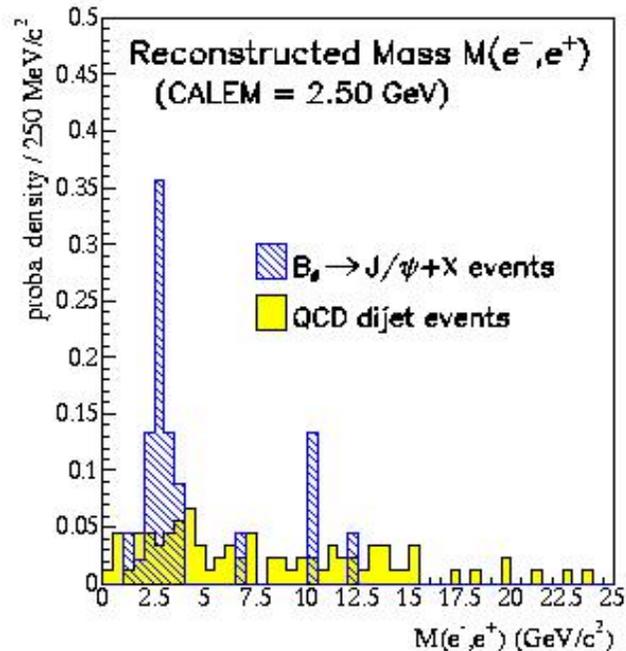
Centrale : $\epsilon \sim 20-25\%$
 Avant/arrière: $\epsilon \sim 2-8\%$

Fonds di-jets:

- Taux contrôlé par:
 - Fenêtre en Masse
 - isolation EM
 - Fine Coincidence Tours vs PS
- Taux réductible:
 - Utilisation vertex: >2 traces de haut paramètre d'impact:
$$S_B = B/\sigma_B > 3$$



Centrale/Avant-arrière: 50-100 Hz



Violation CP dans B^0_d / B^0_d avec $B^0_d \rightarrow J/\Psi(ee) K_S(\pi+\pi^-)$

Projection pour $\delta\sin 2\beta$

- Analyse avec temps intégré:

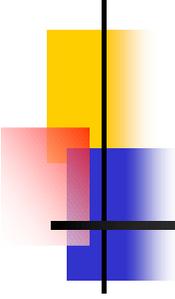
$$\delta\sin 2\beta = \frac{1}{D_{\text{mix}} D_{\text{fond}}} \times \frac{1}{\sqrt{\epsilon_{\text{tag}} D_{\text{tag}}^2}} \times \frac{1}{\sqrt{N_{\text{reco}}}}$$

- efficacité reconstruction des traces: 95%
- $D_{\text{mix}} = 0.47$, $D_{\text{fond}} = \sqrt{S(S+B)} \sim 0.7$
- $\epsilon_{\text{Tag}} D_{\text{tag}}^2 \sim 0.067$

Mode	$J/\Psi \rightarrow \mu-\mu+$	$J/\Psi \rightarrow e-e+$
Luminosité	1 fb ⁻¹	1 fb ⁻¹
Efficacité decl.(%)	20%	15%
Evts reconstruits	4,500	3,500
Sensibilité $\delta\sin 2\beta$	0.12	0.14

- Projection pour un an de données:

DØ	CDF	BaBar
1fb ⁻¹	1fb ⁻¹	30 fb ⁻¹
8K	9K	1.1K
0.11	0.09	0.10



Résumé: l'upgrade de DØ

Détecteurs de Traces

- Silicon + détecteur à fibres scintillantes
 - Paramètre d'impact, vertex
 - Moments, permet le E/p avec le calorimètre

Détecteurs de pied de gerbe:

- Capacité d'identification d'électron/photon accrue
 - Région centrale et bouchon
- Limite la dégradation sur la résolution de $E_{\text{mesurée}}^{\text{cal}}$
- Déclenchement au niveau 1/2:
 - Réjection x3-5 p/r calorimètre seul
 - Déclenchement leptons mous et $J/\Psi(ee)$

Calorimètre

- Performances comparables à celles du Run I 5×10^{32} (15% moins bon)
- Electronique nouvelle

Chambres à muons

- Seuils p_T plus petits pour le déclenchement:
 - Single muon $p_T > 7 \text{ GeV}/c$,
 - Di-muon $p_T > 2 \text{ GeV}/c$

Déclenchement

- Largeur bande passante accrue: 7 MHz en entrée
 - L1 $\rightarrow 8 \text{ kHz}$
 - L2 $\rightarrow 1 \text{ kHz}$
 - L3 $\rightarrow 50 \text{ Hz sur bande}$
- Déclenchement leptons mous et $J/\Psi(ee/\mu\mu)$
- Déclenchement pour les b

La Recherche du Higgs au TeVatron

Phénoménologie du Higgs

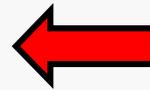
- Modes de Production au TeVatron
- Outils nécessaires

La recherche directe du Higgs

Membre du “Higgs Working Group”

- Détection du higgs léger
- Détection du Higgs lourd
- Le Higgs supersymétrique

$H \rightarrow W^*W^* \rightarrow l\nu jj$



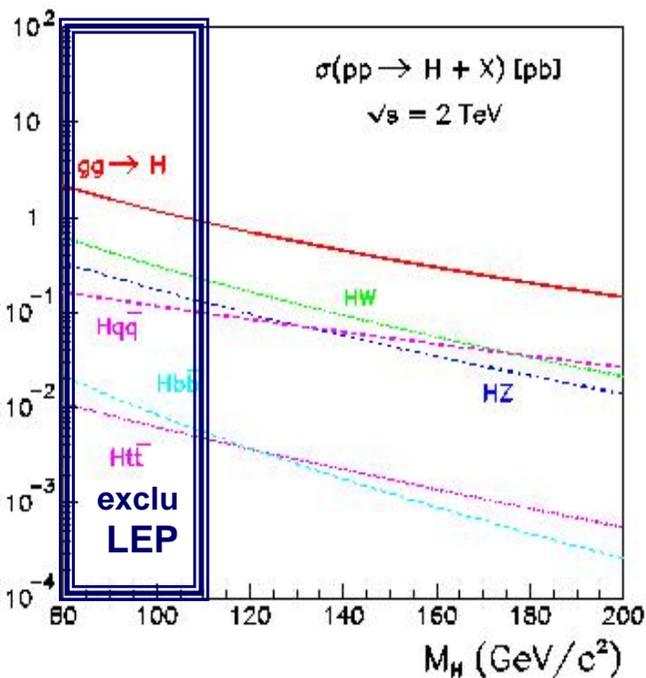
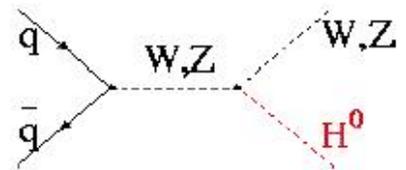
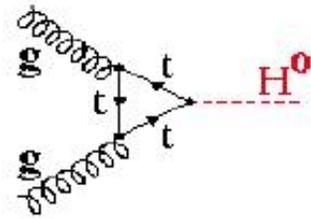
La recherche indirecte du Higgs

- Paramètres d'entrée à la masse du Higgs
- Mesure de la masse du Top
- Mesure de la masse du W

Phénoménologie du Higgs standard au TeVatron

Production du Higgs (SM)

- Fusion de gluon: $gg \rightarrow H$
 - $\sigma \sim 1 \text{ pb}$ 1000 events / fb⁻¹
 - la désintégration dominante $H \rightarrow bb$ est noyée dans fonds QCD $pp \rightarrow bb$
- Production associée $pp \rightarrow WH, ZH$
 - $\sim 0.2 \text{ pb}$ 200 events / fb⁻¹
 - les désintégrations leptoniques de W/Z facilitent la sélection

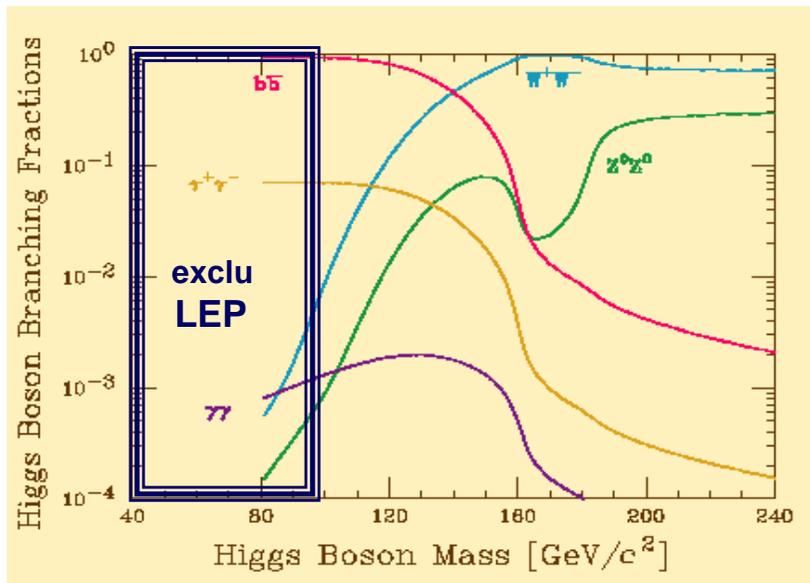


	Processus	$\sigma(\text{pb}^{-1})$
SIGNAL $m_H=120$	$gg \rightarrow H$	0.7
	$pp \rightarrow WH$	0.16
	$pp \rightarrow ZH$	0.10
FONDS	$pp \rightarrow WZ$	3.2
	$pp \rightarrow Wbb$	11.0
	$pp \rightarrow ttbar$	7.5
	$pp \rightarrow tb+ tq+ tbq$	3.4
	QCD $pp \rightarrow qq$	$O(10^6)$

Phénoménologie du Higgs standard au TeVatron

Etats finaux:

- $BR(H_{SM} \rightarrow ff, WW)$



- Stratégie de détection:

$m_H < 130-140 \text{ GeV}$	
Signal	Fonds
$WH \rightarrow l\nu bb$	Wbb, WZ, tq
$ZH \rightarrow \nu\nu bb$	$QCD bb, Zbb, ZZ, tt$
$ZH \rightarrow ll bb$	$Zbb, ZZ, ttbar$

$m_H > 130-140 \text{ GeV}$	
Signal	Fonds
$gg \rightarrow H \rightarrow W^*W^*$	$Drell-Yann, WW,$
$WH \rightarrow WW^*W^*$	WZ, ZZ, tt, tW

- Eléments clef:



étiquetage du b
résolution sur $M(b,b)$
résolution sur m_{ET}
connaissance des fonds



déclenchement leptons
résolution sur m_{ET}
connaissance des fonds

Phénoménologie du Higgs SUSY au TeVatron

Production du Higgs (SUSY)

– Production associée:

- $\sigma(qq \rightarrow Vh) = \sin^2(\beta - \alpha) \sigma(qq \rightarrow VH_{SM})$
 - $\sigma(qq \rightarrow VH) = \cos^2(\beta - \alpha) \sigma(qq \rightarrow VH_{SM})$
- ou $\tan\beta = v_2/v_1$, α = angle de mélange de h et H

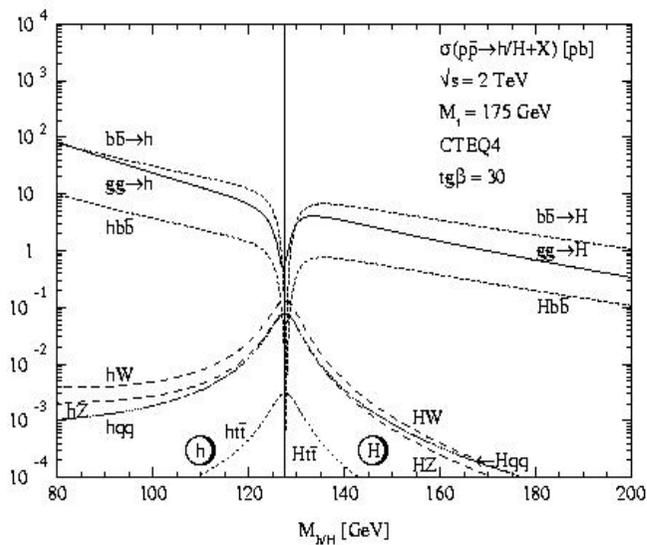
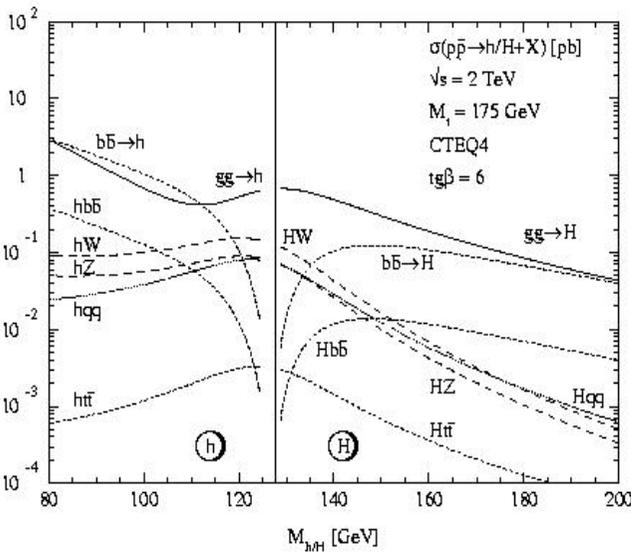
– Fusion de gluons

$\tan\beta \sim 1-5$:

$\sigma(gg \rightarrow h/H)$ idem dans MS
 $\sigma(gg \rightarrow h/H) \sim \sigma(gg \rightarrow H_{SM})$

$\tan\beta \gg 1$:

$\sigma(gg \rightarrow h/H)$ accrue
 $hbb / Hbb / Abb \propto \tan^2\beta$



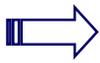
– Higgs chargés:

- production à partir du quark Top (si cinématiquement possible):
 $pp \rightarrow t\text{-}t\bar{b} \rightarrow H^+bH^-b$

Phénoménologie du Higgs SUSY au TeVatron

Le secteur des Higgs neutres

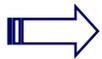
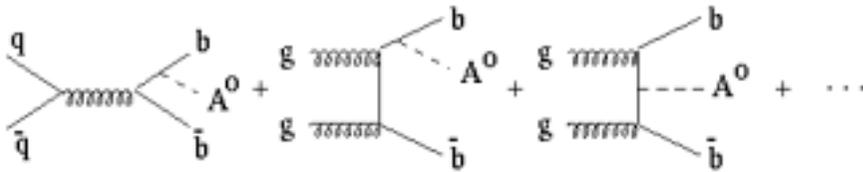
– Etats finaux Vh/VH :



- Applique les recherches VH standard dans le canal $H \rightarrow bb$
- Interprete dans $(m_A, \tan\beta)$

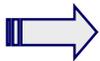
– Etats finaux $bbh/Hbb/Abb$:

- Couplages $hbb / Hbb / Abb \propto \tan^2\beta$
→ accroissement de $\sigma(hbb)$ à haut $\tan^2\beta$
- Recherche de $pp \rightarrow bb\phi \rightarrow bbbb$

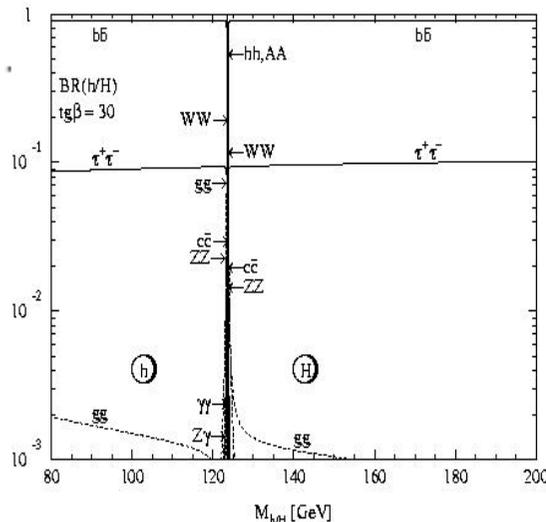
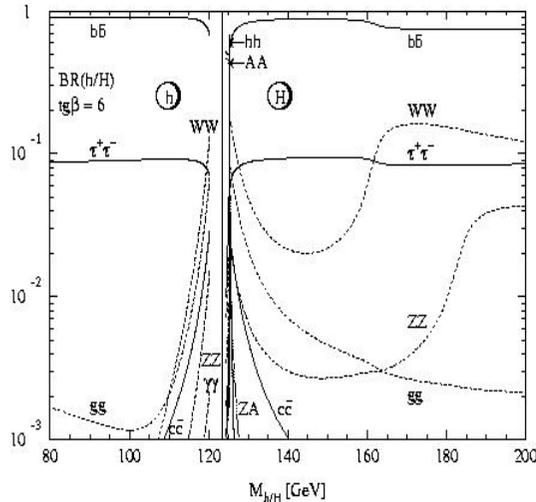


- Recherche états finaux $bbbb$
- Interprete dans $(m_A, \tan\beta)$

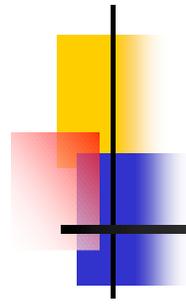
– Eléments clef :



- étiquetage du b
- résolution sur $M(b,b)$
- connaissance des fonds QCD $bbbb, bbjj, Wbb, Zbb$

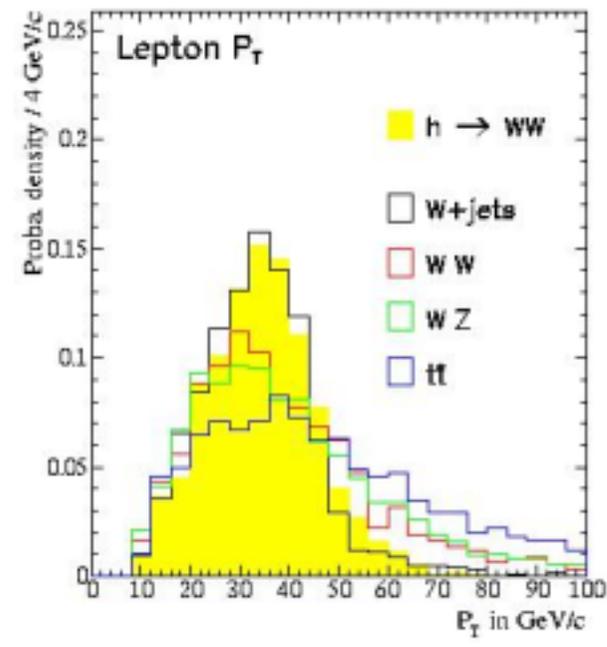


Le déclenchement leptonique pour la recherche du Higgs



Algorithmes de déclenchement

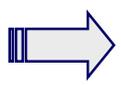
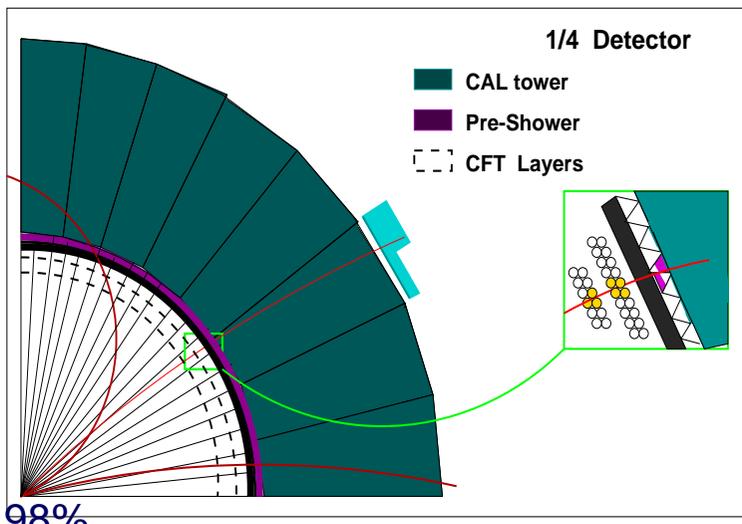
- Leptons mous:
 - sélection de b
 - $b \rightarrow l\nu + X$ & $b \rightarrow J/\psi(\rightarrow ll) + X \dots$
- Leptons de haut p_T
 - canaux WH, $H \rightarrow W^*W^*$
 $W \rightarrow l\nu$, $Z \rightarrow ll$
- Energie manquante E_T
 - canaux WH, ZH, $H \rightarrow W^*W^*$
 $W \rightarrow l\nu$, $Z \rightarrow \nu\nu$



Performances

- Nouveaux déclenchements leptoniques:
 - redéfinition des Niveaux 1 et 2
 - Utilisant les corrélations entre détecteurs
 - Utilisant les topologies :
 - (ee) $p_T(e) > 2.5 \text{ GeV}/c$
 - ($\mu\mu$) $p_T(\mu) > 1.5 \text{ GeV}/c$
 - (μ) $p_T(\mu) > 4.0 \text{ GeV}/c$

- Déclenchement sur mET:
 - résolution de 7-10 GeV

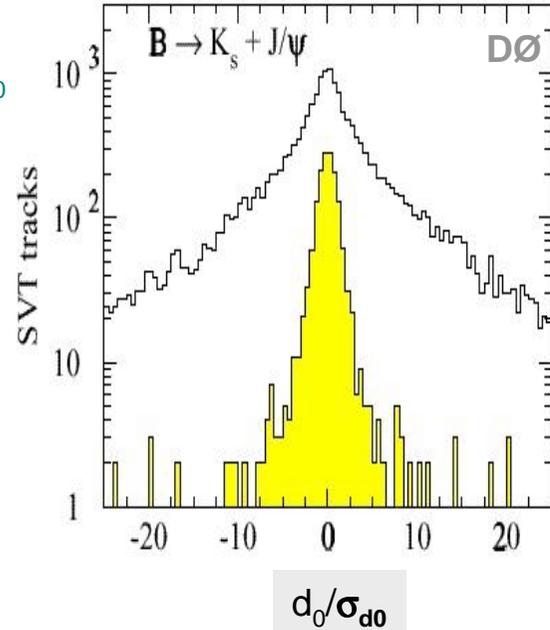


- Lepton $p_T(l) > 10 \text{ GeV}$ $\epsilon \sim 98\%$
- Seuils abaissés / nouveau design

Déclenchement de jets de b

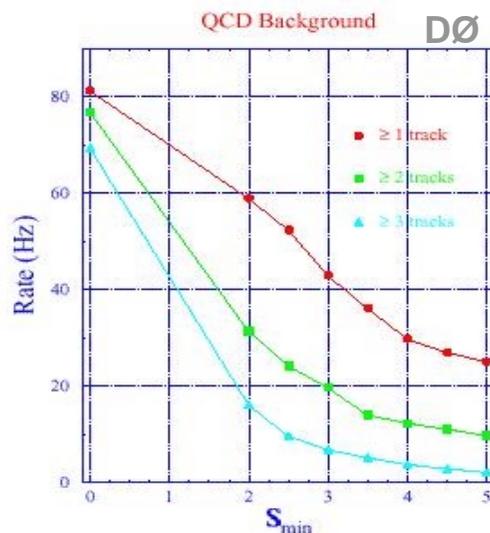
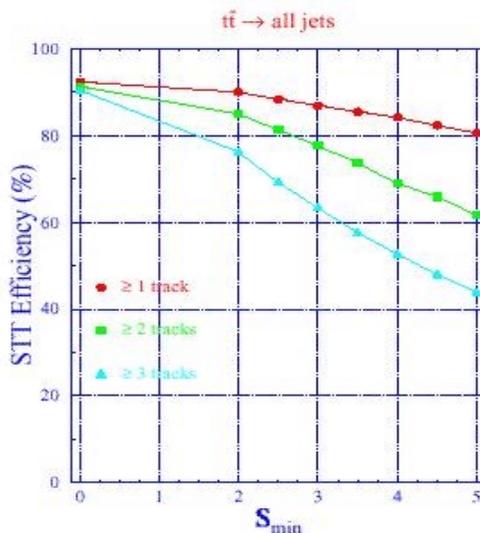
Algorithme de Vertex déplacés

- hadron b vole sur qqes ~mm
→ traces de haut paramètre d'impact d_0
- Niveau de déclenchement L2:
 - basé sur re-ajustement des traces centrales
- système de déclenchement:
 - basé sur nb de traces avec:
 $S = d_0/\sigma_{d0} > 3$



Performances

- Echantillons de $ZH \rightarrow \nu\nu b\bar{b}$:
efficacité $\epsilon \sim 20\%$
- Echantillons de $Z \rightarrow b\bar{b}$:
efficacité $\epsilon \sim 20\%$ vs taux ~ 20 Hz

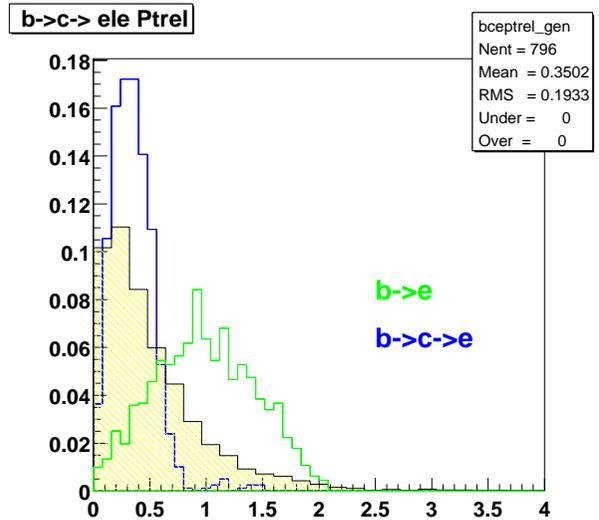
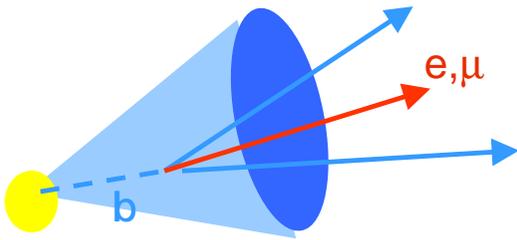


- ➔
- enrichit échantillons d'événements b
 - plus de $\sim 50,000$ $Z \rightarrow b\bar{b}$ attendus / 2 fb^{-1}

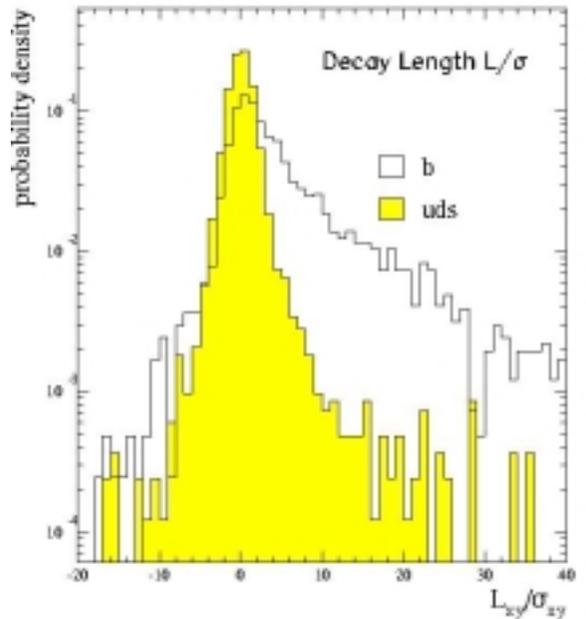
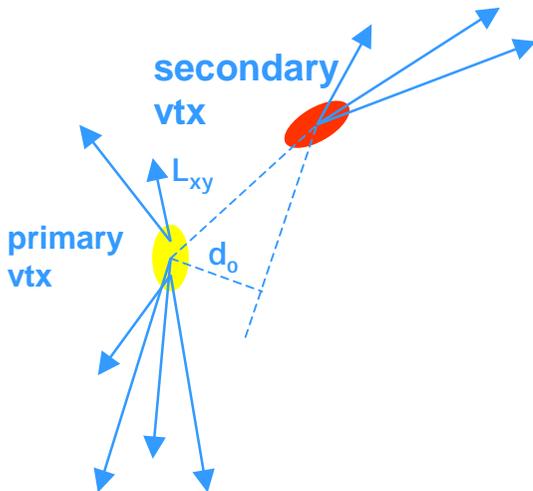
Etiquetage du b pour la recherche du Higgs

Méthodes d'étiquetage du b

- Approche "Multi-étiquetage"
 - Lepton mou provenant de $b \rightarrow lv X$



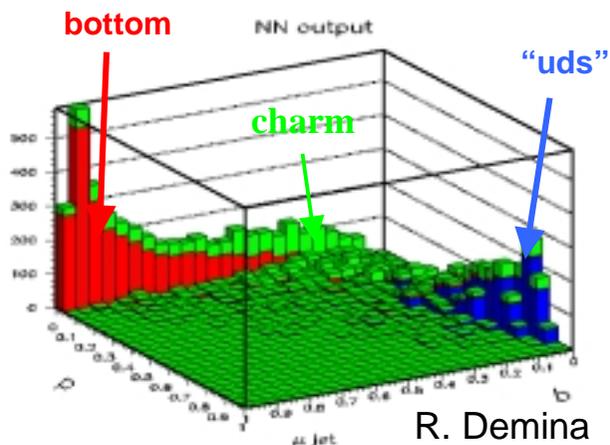
- Vertex Déplacé:
vertex av 2-tracks vertex, χ^2
 $M(\text{vertex}), L_{xy} / \sigma_{xy}$



Etiquetage du b pour la recherche du Higgs

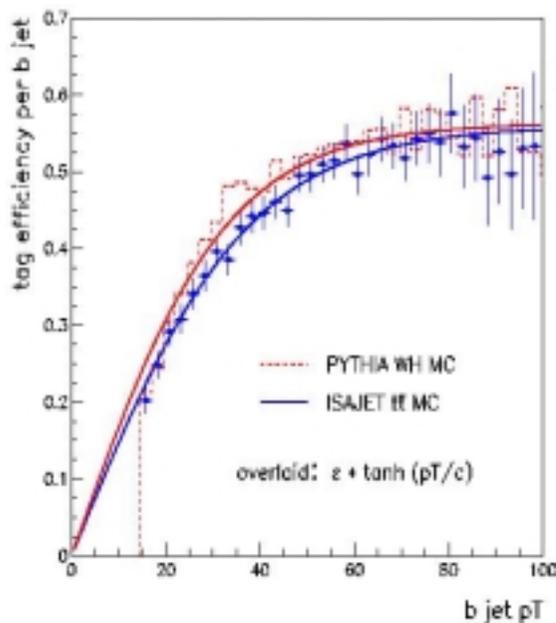
Méthodes d'étiquetage du b

- Approche avec Likelihood / Neural Net
 - étudiée à l' ISN
 - Combine temps de vol & cinématique
 - Output 3 variables continues:
P("jet-b")
P("jet-c")
P("jet-uds")



Performances attendues

- Progrès en cours
 - ⇒ Double étiquetage amélioré de +60% p/r CDF Run I
 - Test des études de faisabilité
 - du "Higgs Working Group at TeVatron"
 - $\epsilon \sim 65\%$ (vertex+lepton mou)
 - 1 étiquetage "lache"
 - 1 étiquetage "contraignant"
- ⇒ algorithmes avec simulation complète en cours d'implémentation



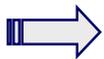
Calibration des jets de b pour la recherche du Higgs

Méthode "à la CDF"

- Sélection de $Z \rightarrow bb$ (CDF run I):
 - Événements avec $1 b \rightarrow \mu\nu X$
 - 2 jets étiquetés-b dos-à-dos
 - Coupures Cinématiques
- Analyse ****très**** délicate
 - $S/B \sim 1 / 10^6$ avant coupure
 - $S/B \sim 1 / 30$ après sélection
 - $S \sim 50$ evts / 0.1 fb^{-1}
- Résolution sur $M_{bb} = M_Z$

Utilise simulation $\Delta P = (p^{\text{jet}} - p^b)$

- corrige $P(\text{jet-b})$ avec p^μ
- corrige $P(\text{jet-b})$ avec mET
- corrige $P(\text{jet-b})$ pour fraction de chargés

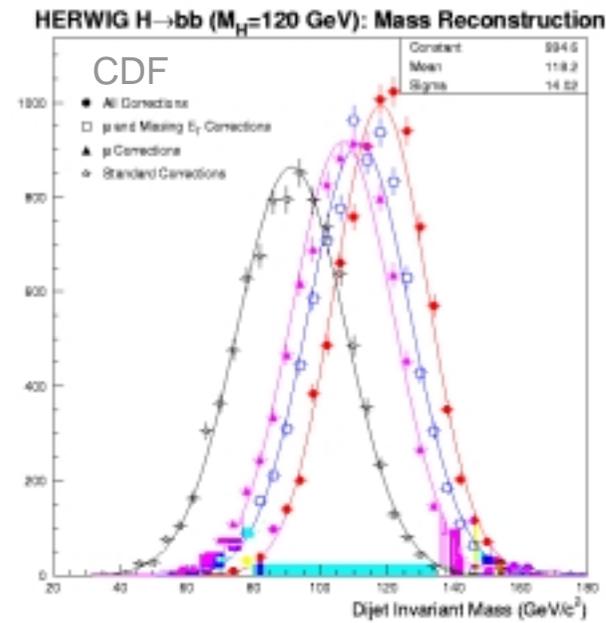
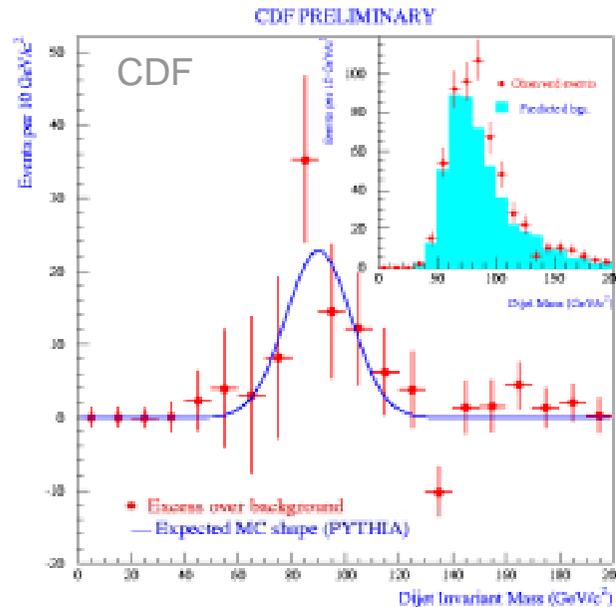


$$\Delta M_{bb} / M_{bb} \sim 15\%$$

⇒ Analyse simulée sur $H \rightarrow bb$

Performances au run II

- Echantillon de ~ 1000 evts / 2 fb^{-1}
 - Canal muon : $Z \rightarrow bb$ ($b \rightarrow l\nu X$)
- Design de Déclenchement spécifiques:
 - attend 50000 evts / 2 fb^{-1} / expe.



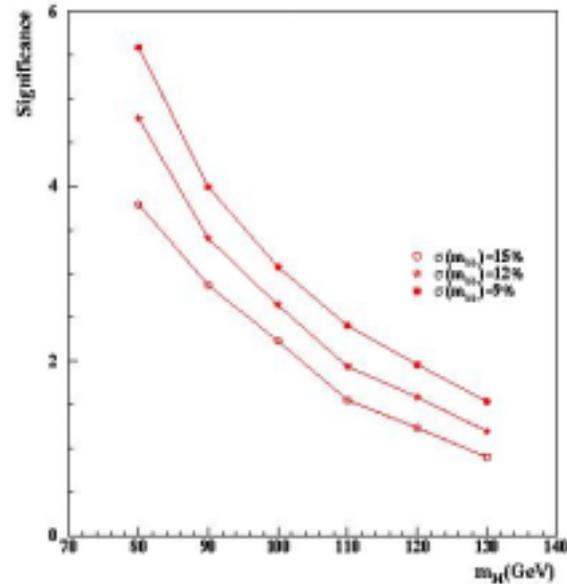
Recherche directe du Higgs au TeVatron

Le canal $WH \rightarrow l\nu b\bar{b}$

Selection:

“Canal le plus efficace”

- Fonds dominants :
 - $Wb\bar{b}$, tt, single top, WZ
- paramètres-clef:
 - Etiquetage du b
 - ε_b vs réjection
 - Résolution $M(b\bar{b})$
- Variables discriminantes:
 - Lepton p_T ,
 - énergie manquante \cancel{E}_T
 - 2 jets de b, $M(b\bar{b})$
 - Analyse “Neural Net” améliore S/\sqrt{B} de ~30%

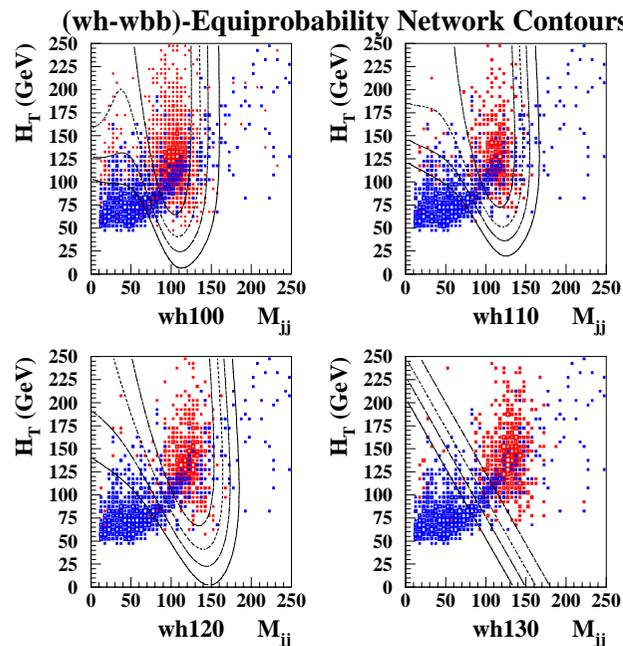


Résultats attendus:

$m_H(\text{GeV})$	110	120	130
$\sigma_{WH}(\text{pb})$	0.22	0.16	0.12
$\varepsilon_{WH} \times \text{BR}(\%)$	~2.3	~2.3	~2.0
$S/\sqrt{B}(1 \text{ fb}^{-1})$	0.72	0.53	0.35



- $S \sim 6 / \text{fb}^{-1}$
 - $S/B \sim 10\%$

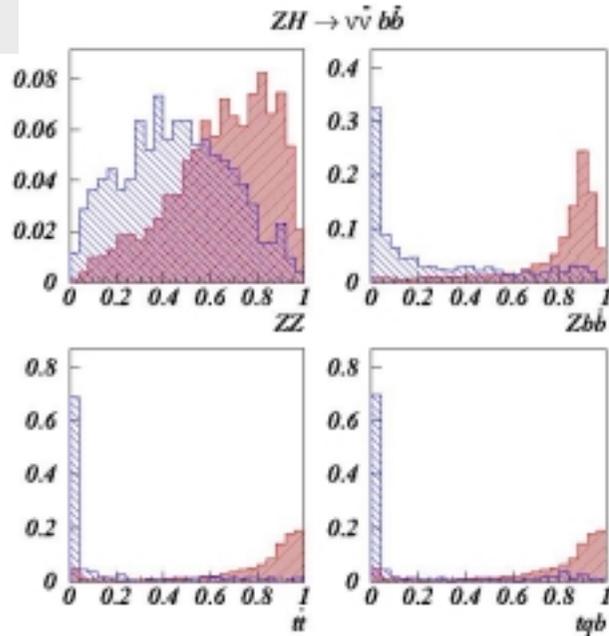


Le canal $ZH \rightarrow \nu\bar{\nu}b\bar{b}$

Analyse:

$$\sigma \times \text{BR}(ZH \rightarrow \nu\bar{\nu}b\bar{b}) \sim \sigma \times \text{BR}(WH \rightarrow l\nu b\bar{b})$$

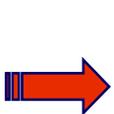
- Sélection:
 - 2 jets-b étiquetés
 $\Rightarrow M(bb)$
 - Veto de 3rd Jet (rej. tt)
 - Energie manquante \cancel{E}_T
 $\Rightarrow \cancel{E}_T > 35 \text{ GeV}$ (rej. QCD)
 $\Rightarrow \Delta\Phi(\cancel{E}_T, \text{jet}) > 0.5$ (rej. QCD)
 - Energie hadronique
 $\Rightarrow H_T < 175 \text{ GeV}$
- Fonds dominants:
 - QCD bb **data?**
 - Wbb, Zbb/cc, ttbar, t



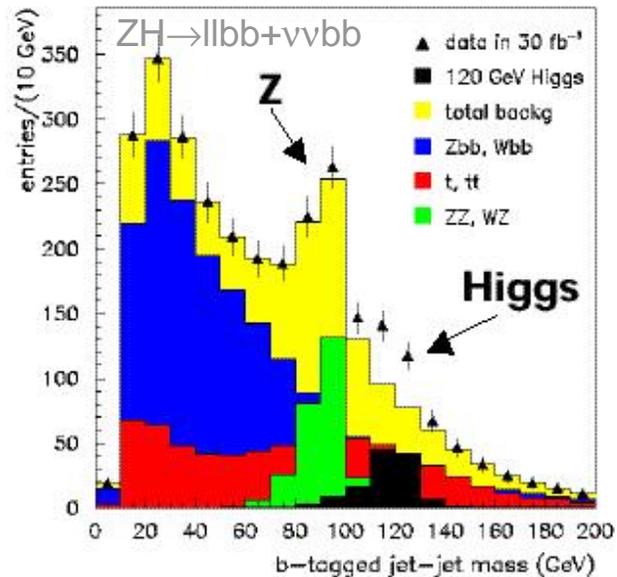
Résultats attendus:

- QCD ~50% total fonds

$m_H(\text{GeV})$	110	120	130
$\text{BR} \times \sigma_{ZH} (\text{pb})$	0.022	0.010	0.013
$S/\sqrt{B} (1 \text{ fb}^{-1})$	0.84	0.71	0.56



- $S \sim 4 / \text{fb}^{-1}$
 - $S/B \sim 15\%$
 - distribution de M_H



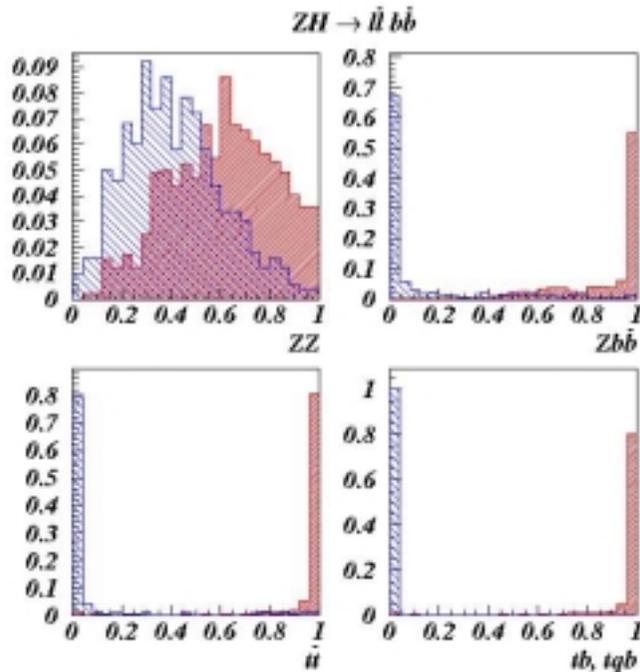
$m_H = 120 \text{ GeV}$

Le canal $ZH \rightarrow l^+l^-b\bar{b}$

Analyse:

$$\sigma \times BR(ZH \rightarrow llbb) \sim 1/3 \sigma \times BR(WH \rightarrow lvbb)$$

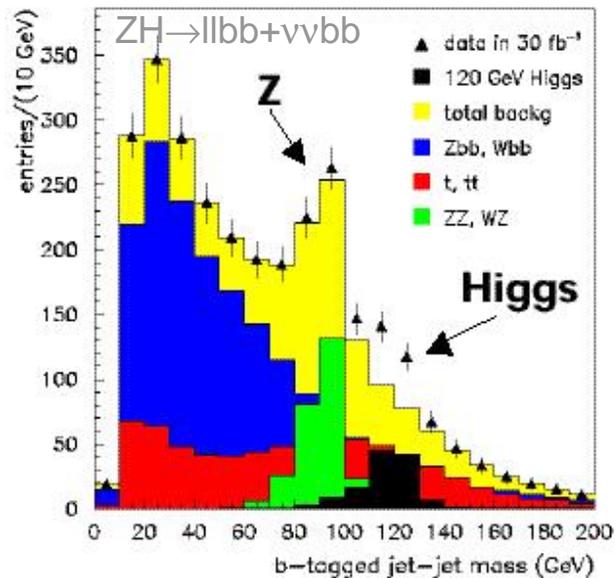
- Sélection:
 - 2 leptons de haut p_T
 $\Rightarrow M(ll) = M_Z \pm 15 \text{ GeV}$
 - 2 jets de b étiquetés
 $\Rightarrow M(bb)$
 - Energie hadronique
 $\Rightarrow H_T < 175 \text{ GeV}$
- Fonds dominants:
 $Zbb, ttbar, tb$



Résultats attendus:

- Complémentaire de $ZH \rightarrow \nu\nu bb$
- Approche NN gagne 30%

$m_H(\text{GeV})$	110	120	130
$BR \times \sigma_{ZH}(\text{pb})$	0.022	0.016	0.013
$S/\sqrt{B}(1 \text{ fb}^{-1})$	0.54	0.48	0.42



$m_H = 120 \text{ GeV}$



- $S \sim 0.9-0.6 / \text{fb}^{-1}$
- $S/B \sim 30-45\%$
- distribution de M_H

Le canal $H \rightarrow W^+ W^{*-} \rightarrow l^+ l^- \nu \nu$

Analyse:

accès au higgs lourd $130 \text{ GeV} < m_H$

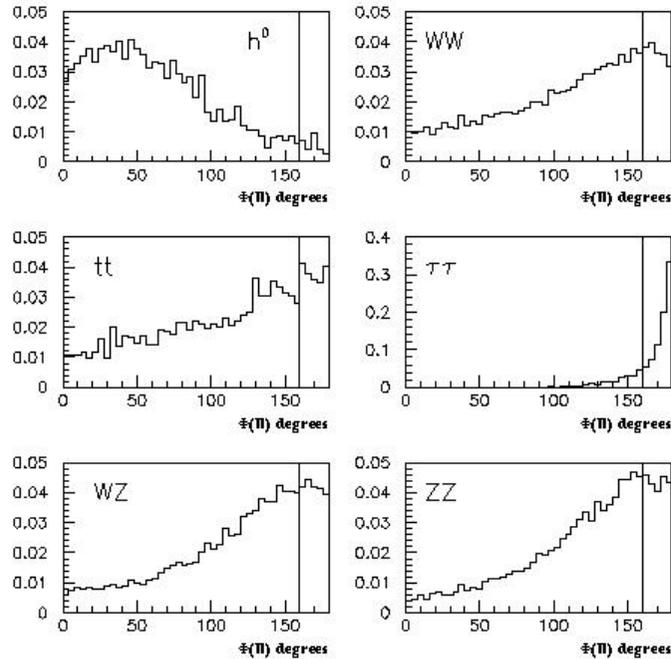
Sélection:

- 2 leptons $p_{T>15 \text{ GeV}}$
- Energie manquante \cancel{E}_T
- Veto de 3rd Jet (rej. tt)
- Corrélation de spin $\Rightarrow \Phi(\Pi), \theta(\Pi)$ (rej. WW)
- $M_T(\Pi, \cancel{E}_T), p_T(\Pi)$ (rej. $\tau^+ \tau^-$)
- Masse "cluster": $\Rightarrow M_C = \sqrt{p_T^2(\Pi) + M_T^2(\Pi)} + \cancel{E}_T$

fonction discriminante

Fonds Dominants:

- $W^+ W^- \rightarrow l^+ l^- \nu \nu$
- $W + \text{fake}, tt \rightarrow l^+ l^- \nu \nu bb$

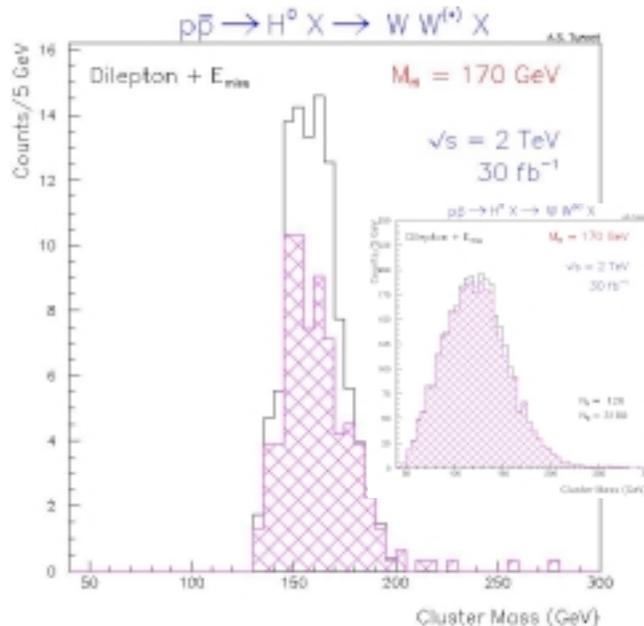


Résultats attendus:

$m_H(\text{GeV}/c^2)$	150	160	170
$\epsilon \times BR(hW^*W^*) \times \sigma_h(\text{fb})$	2.8	1.5	1.1
S/\sqrt{B} (30 fb ⁻¹)	2.8	3.9	3.8



- $S \sim 2-3 / \text{fb}^{-1}$
- $S/B \sim 10-45\%$



Le Canal $H \rightarrow W^*W^* \rightarrow lvjj$

Analyse

- Sections efficaces signal vs fonds principaux:

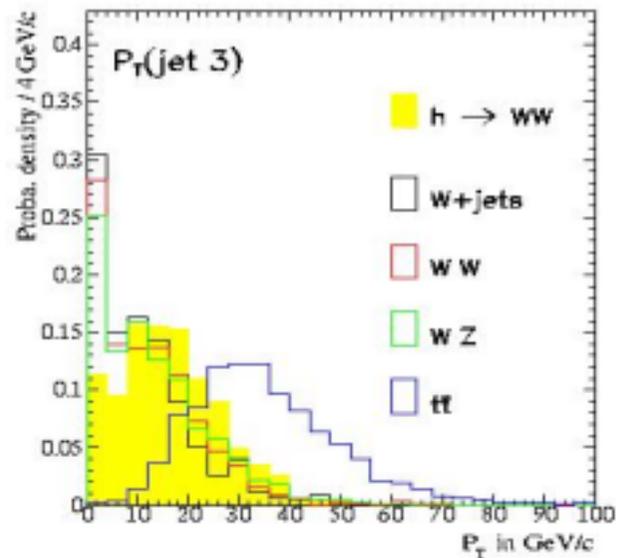
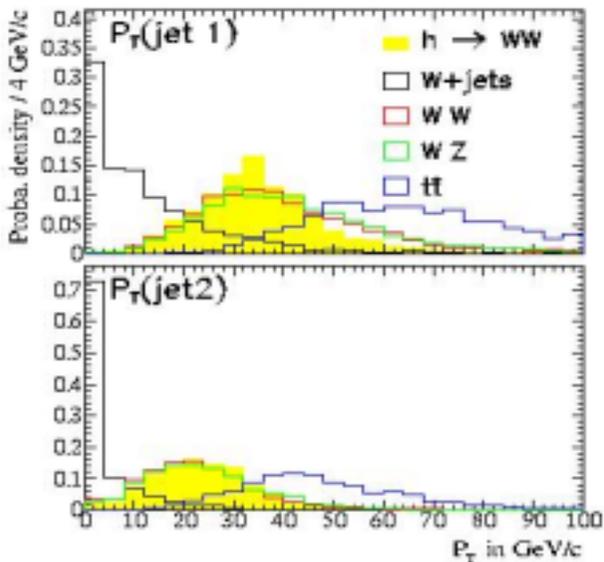
	Processus	$\sigma(\text{pb}^{-1})$
$m_H=160$	$H \rightarrow W^*W^* \rightarrow lvjj$	0.08
FONDS	$pp \rightarrow WZ$	3.2
	$pp \rightarrow t\bar{t}$	7.5
	$pp \rightarrow t\bar{b} + t\bar{q} + t\bar{b}q$	3.4
	$pp \rightarrow W + \text{jets}$	$O(10^6)$

- Variables discriminantes:

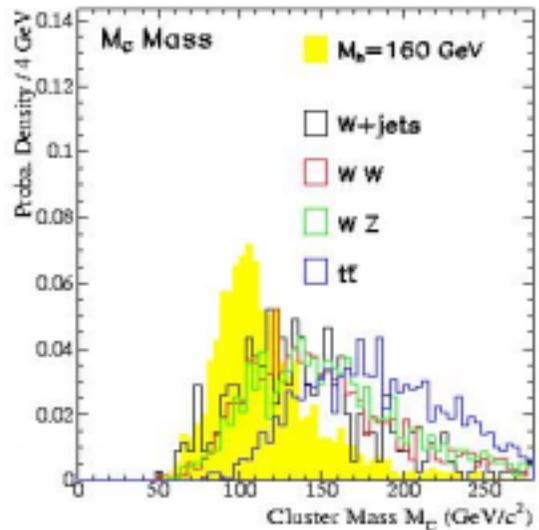
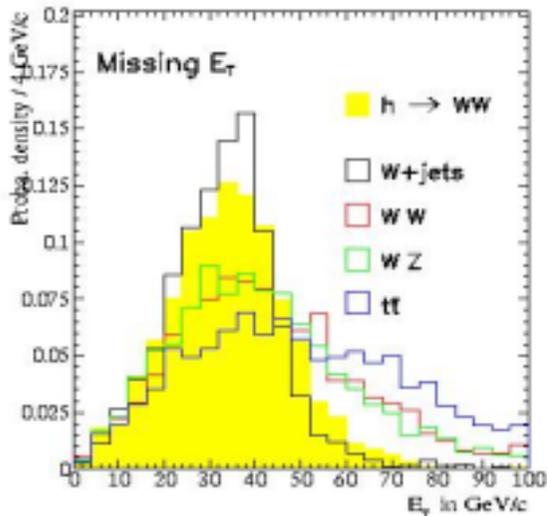
$W + \text{jets}$: ... $mE_T, p_T(\text{jet}), M(\text{jj})$...

$WW + WZ$... Masse cluster, corrélation spin (non utilisée)

$t\text{-}\bar{t}$ 3rd jet veto, énergie totale



Le Canal $H \rightarrow W^*W^* \rightarrow \nu jj$



– Bruits de fond principaux

Backgrounds	W+jets	WW $\rightarrow \nu jj$	WZ $\rightarrow \nu jj$	$t\bar{t} \rightarrow \nu jj b\bar{b}$
Pre-selection (%)	$1.36 \pm 0.04\%$	$17.8 \pm 0.4\%$	$15.0 \pm 0.6\%$	$9.7 \pm 0.3\%$
Full Selection (%)	$0.30 \pm 0.02\%$	$5.5 \pm 0.2\%$	$3.7 \pm 0.3\%$	$0.8 \pm 0.1\%$

– Efficacité pour le signal

$M_h (GeV/c^2)$	120	140	160	180
Initial # events	3,000	3,000	10,000	3,000
Reconstruction	1,730	1,924	6,440	2,015
Lepton ($p_T, \eta, \Delta R$)	1,455	1,758	6,162	1,955
Jets: (p_T and $\eta, \Delta R$)	371	613	2,726	906
Missing Energy cut	248	510	2,557	831
Jet Veto Cut	230	443	2,074	674
Pre-selection (%)	$8.3 \pm 0.5\%$	$14.8 \pm 0.6\%$	$20.7 \pm 0.4\%$	$22.5 \pm 0.8\%$
$40 < M(jj) < 110$	98	234	1,522	488
$140^\circ < \Phi(j, j)$	98	234	1,520	487
$40 < M_C < M_h + 10 \text{ GeV}$	82	184	1,365	336
Full Selection (%)	$2.7 \pm 0.3\%$	$6.1 \pm 0.4\%$	$13.6 \pm 0.3\%$	$11.2 \pm 0.6\%$

Le Canal $H \rightarrow W^*W^* \rightarrow lvjj$

Analyse avec fonction de vraisemblance

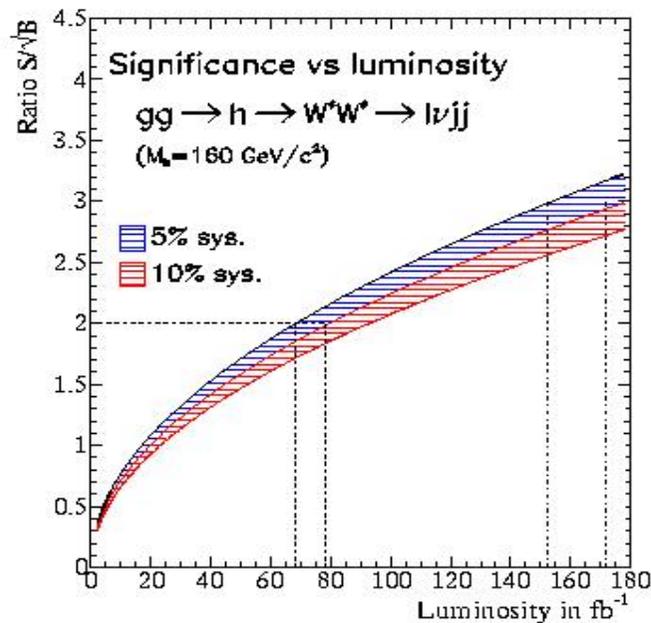
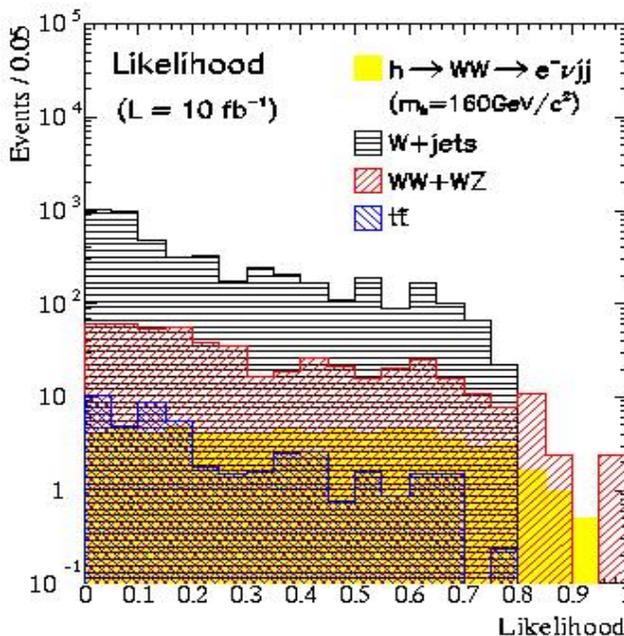
- Définition de la fonction:
9 variables ~ indépendantes:

$$\Rightarrow P_{v_l}^S(x_i) = \frac{v_i^S(x_i)}{\sum_{j=S,B} v_i^j(x_i)} \quad \Rightarrow \quad \mathcal{L}(\vec{x}) = \frac{\prod_{i=1}^n P_i^S(x_i)}{\sum_{j=S,B} \prod_{i=1}^n P_i^j(x_i)}$$

Résultats attendus au Run II

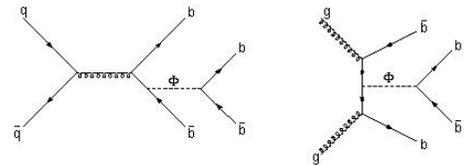
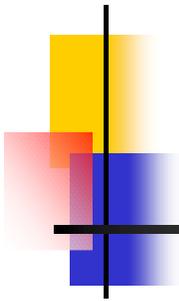


M_h	120 GeV	140 GeV	180 GeV
Signal (fb)	0.12 ± 0.01	0.30 ± 0.03	0.39 ± 0.04
Background (fb)	1.96 ± 0.20	1.80 ± 0.20	3.18 ± 0.32



- Canal noyé dans WW/WZ. Utiliser les corrélations de spin (avec jets de c.) ?
- A utiliser en combinaison avec autres canaux

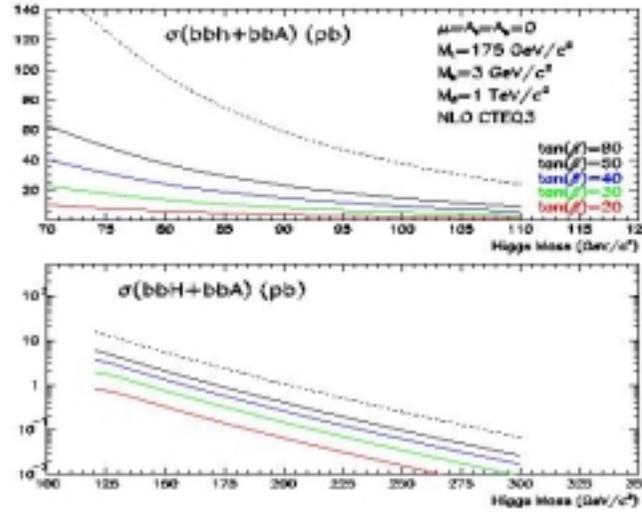
Higgs SUSY: $pp \rightarrow bb\phi \rightarrow bbbb$



Analyse:

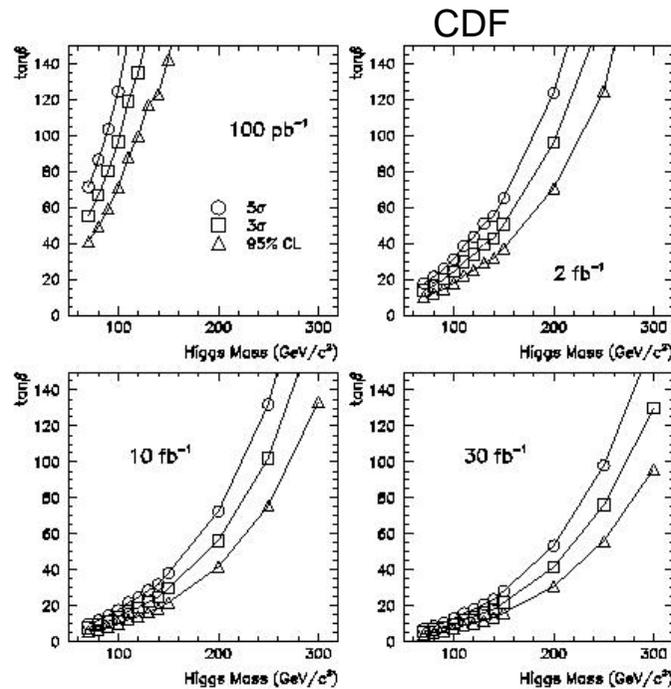
canal important pour $\tan\beta \gg 1$

- Sélection pour $\phi = h, H, A$
 - Déclenchement multi-jets $\Rightarrow \sum E_T > 125 \text{ GeV}$
 - 4 jets de b $\Rightarrow 3$ jets b-étiquetés
 - Coupures $E_T(j) = f(m_h)$
 - Topologie des jets b: $\Rightarrow \Delta\Phi(bb) > 109^\circ$ (rej. $g \rightarrow bb$)
- Fonds dominants:
 - QCD (bb/cc)
 - Z/W+jet-jet, t-tbar



Résultats attendus

- combinaison des canaux
- analyses dans le plan $(m_H, \tan\beta)$
- dépend des simulations QCD !



$\tan\beta = 40$:
 $S = 13-26$
 $S/B \sim 21\% - 34\%$
 $S/\sqrt{B} \sim 1.4-2.0$

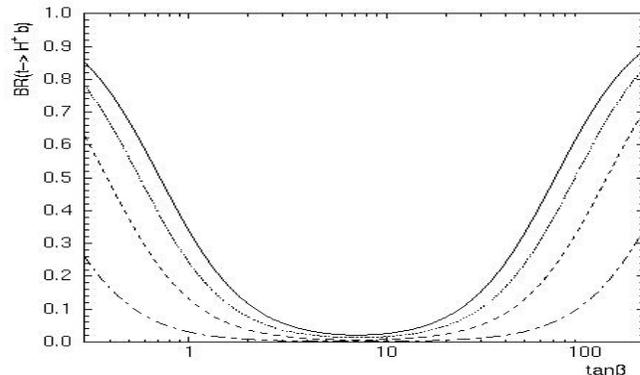
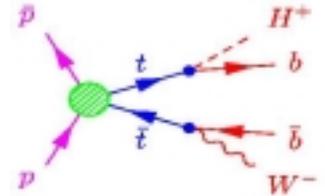


Higgs SUSY: $t^+ \rightarrow H^+ b$

Analyse:

Recherche de $t \rightarrow bH^\pm$ pour $m_{H^\pm} < m_t - m_b$,

- Sélection de paires t-tbar
 - $BR(t \rightarrow bH^\pm) \sim BR(t \rightarrow Wb)$ (MS)
 - pour grand et petit $\tan\beta$
- Désintégrations du H^\pm :
 - $H^\pm \rightarrow \tau\nu, cs$
 - $H^\pm \rightarrow t^*b \rightarrow Wbb$
- Statistique ttbar / expérience (2 fb^{-1}):
 - $\sim 3,800 \text{ tt} \rightarrow WbWb \rightarrow blvbij$
 - $\sim 200 \text{ tt} \rightarrow WbWb \rightarrow blvblv$



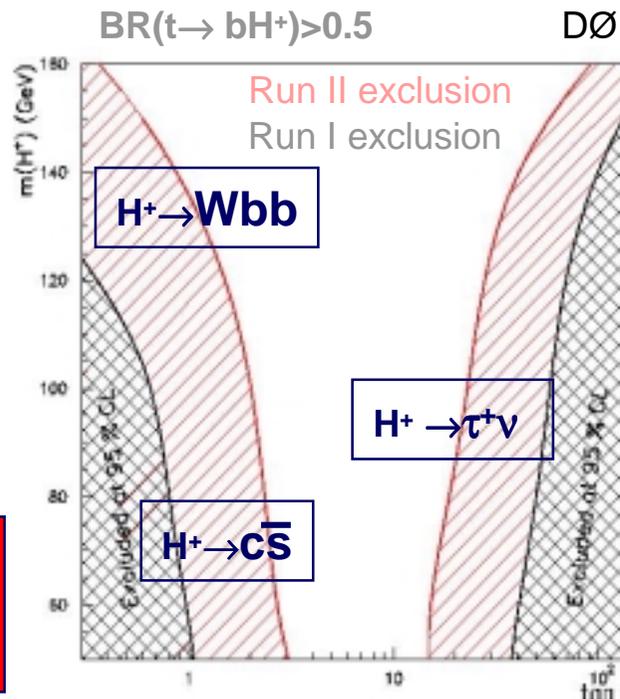
Recherche directe

- Extension de l'analyse CDF run I
 - $H^\pm \rightarrow \tau\nu$ in t-tbar
 - \Rightarrow Accès aux grands $\tan\beta$
 - $H^\pm \rightarrow cs$?
 - \Rightarrow Accessible si $m_{H^\pm} > m_W$

Recherche indirecte

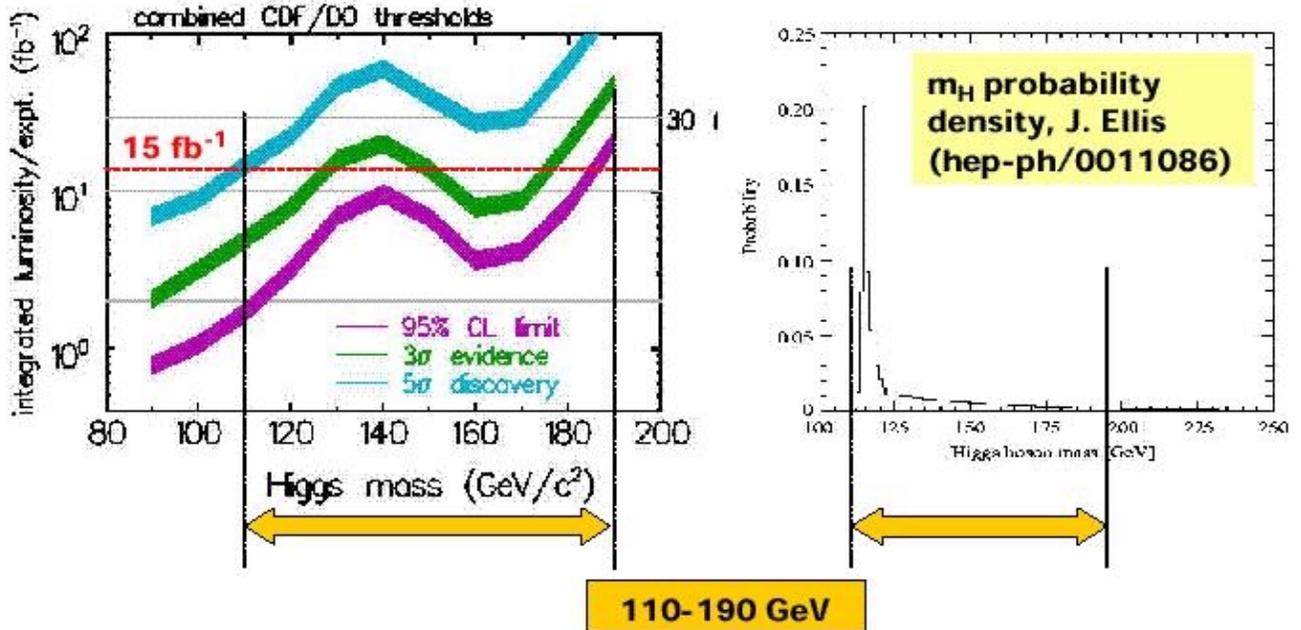
- Efficacité de sélection t-tbar
 - petite pour $H^\pm \rightarrow \tau\nu, cs$!
- \rightarrow Mesure du déficit de $\sigma(t\text{-tbar})$

$S \sim$ dépend de $\tan\beta$
 $BR(t \rightarrow bH^\pm) \sim 0.5-0.9$ ($\tan\beta \gg 1$)
 Exclusion importante au run II



Recherche directe: résumé

Combinaison de tous canaux



$m_H < 130\text{-}140 \text{ GeV}$

- Le canal $H \rightarrow b\bar{b}$ est *difficile* au TeVatron et requiert:
 - des outils spécifiques a la détection du b , calibration des jets
- Grande sensibilité au Higgs non standard si $\tan\beta \gg 1$

$m_H > 130\text{-}140 \text{ GeV}$

- Le canal $H \rightarrow W^*W^*$ est *plus facile* au TeVatron et requiert:
 - déclenchement, résolution énergie manquante ...

Dans tous les cas, requiert:

- La détermination théorique précise des *fonds* & signaux attendus
 - k-facteur variant de 1.5 a 3 !!
ex: fonds $\sigma(Wb\bar{b})$, $\sigma(Zb\bar{b})$ comme Signal $\sigma(gg \rightarrow H)$
 - connaissance des fonctions de densité partonique (pdf)

Recherche Indirecte du Higgs

Liens entre le Higgs et m_t , m_W

Le Modèle Standard

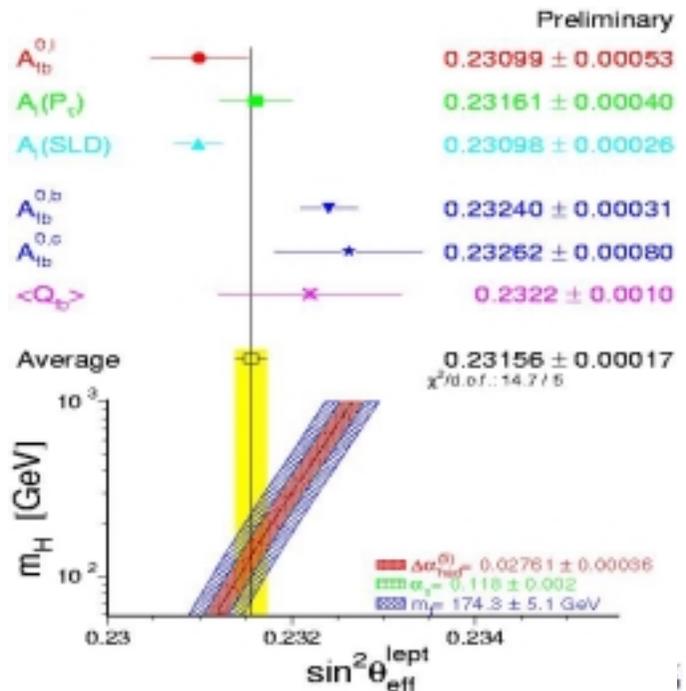
- décrit les phénomènes jusqu'à $\Lambda = O(100 \text{ GeV})$
- prédit *toutes* les observables à partir de:

Paramètre	Nom	influe sur
G_μ $\alpha(0)$ M_Z	constante de Fermi constante structure fine Masse du boson Z	Ordre 0 de la théorie
m_f (m_t) m_H	masses des fermions (*top*) masse du Higgs	Ordres supérieurs

- et de paramètres dérivés: $\sin^2\theta_W^{\text{eff}}$ (lié aux couplages Zff : g_V et g_A)

Extraction de contraintes sur m_H

- Paramètres les plus sensibles :
 - masse du W: m_W
 - masse du quark Top : m_t
 - $\sin^2\theta_W^{\text{eff}}$

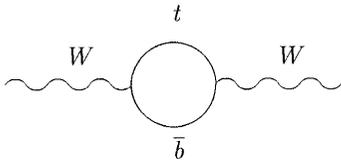


Contraintes sur m_H provenant de m_W et m_t

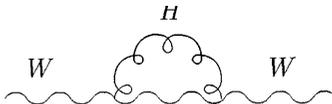
Contraintes provenant de m_W et m_t

- La masse du W s'écrit en $f(m_t, m_H)$

$$m_W \rightarrow m_W + \Delta m_W$$



$$\Delta m_W \propto m_t^2/m_W^2$$

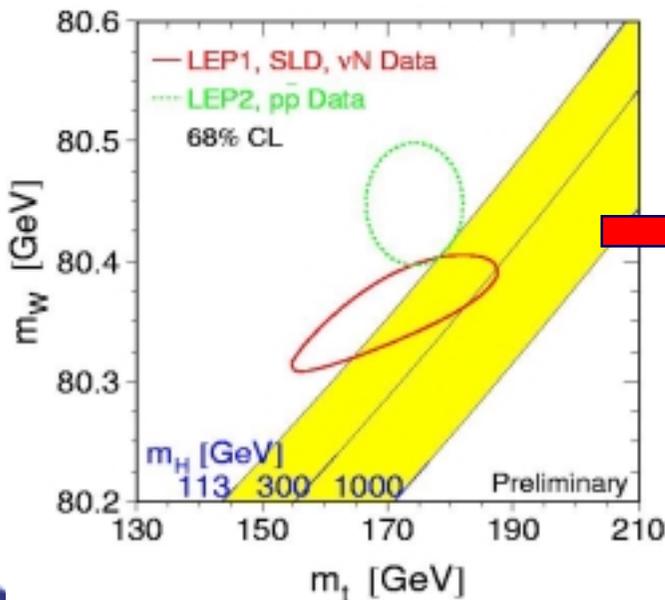


$$\Delta m_W \propto \ln(m_H^2/m_W^2)$$

- \Rightarrow Mesures de m_t et m_W contraignent m_H

Mesures existantes avant le Run II

- Contraintes indirectes LEP (contour)
- Mesures directes LEP2+TeVatron run I



Conclusions:

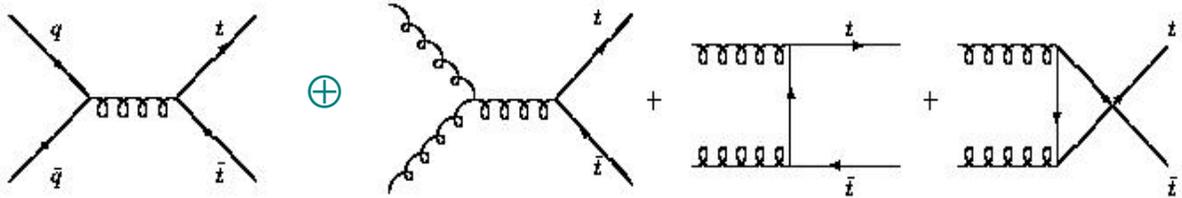
- $m_H > 114$ GeV
- m_H léger favorisé
- ***si***:
- compatibilité des mesures entre elles pour m_W et $\sin^2\theta_W^{\text{eff}}$ est avérée !!

(Davier, LAL-SUSY 2001)

Production du Quark Top au TeVatron

Production de paires de quarks Top

- annihilation de quarks \oplus fusion de gluons



- Section efficace de production:

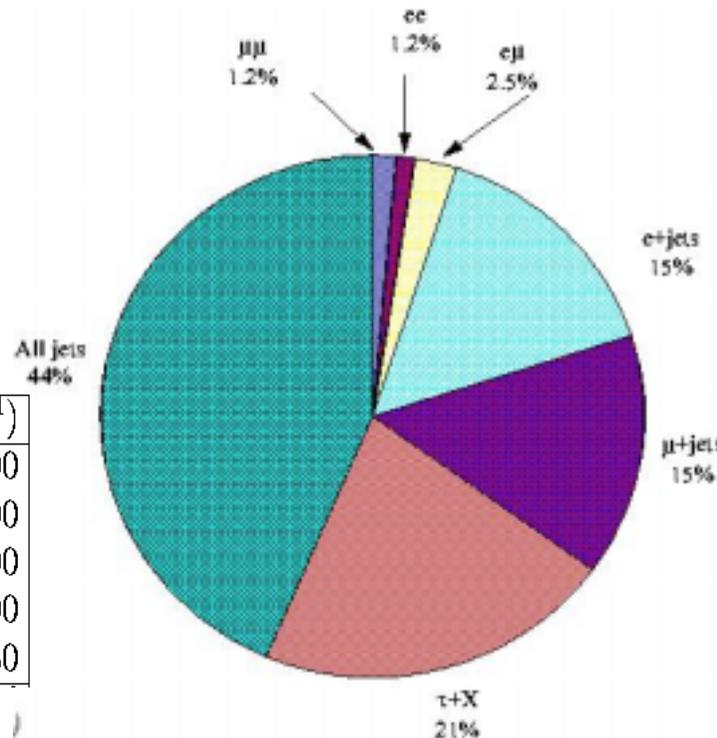
	$E_{CM}=1.8 \text{ TeV}$	$E_{CM}=2.0 \text{ TeV}$
$\sigma(tt)$	5.5 pb	7.5 pb
Etat initial qq	90%	85%
Etat initial gg	10%	15%

Désintégrations du Quark Top

- Classification états finaux:
 - $bjj+blv \Rightarrow$ "jets + leptons"
 - $blv+blv \Rightarrow$ "di-leptons"
 - $bjj+bjj \Rightarrow$ "all-jets"

- Statistiques:

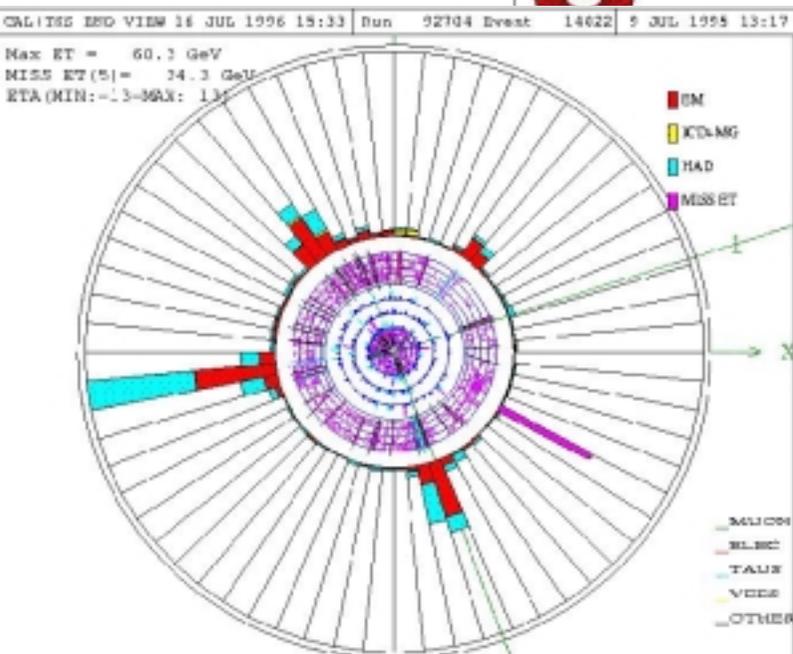
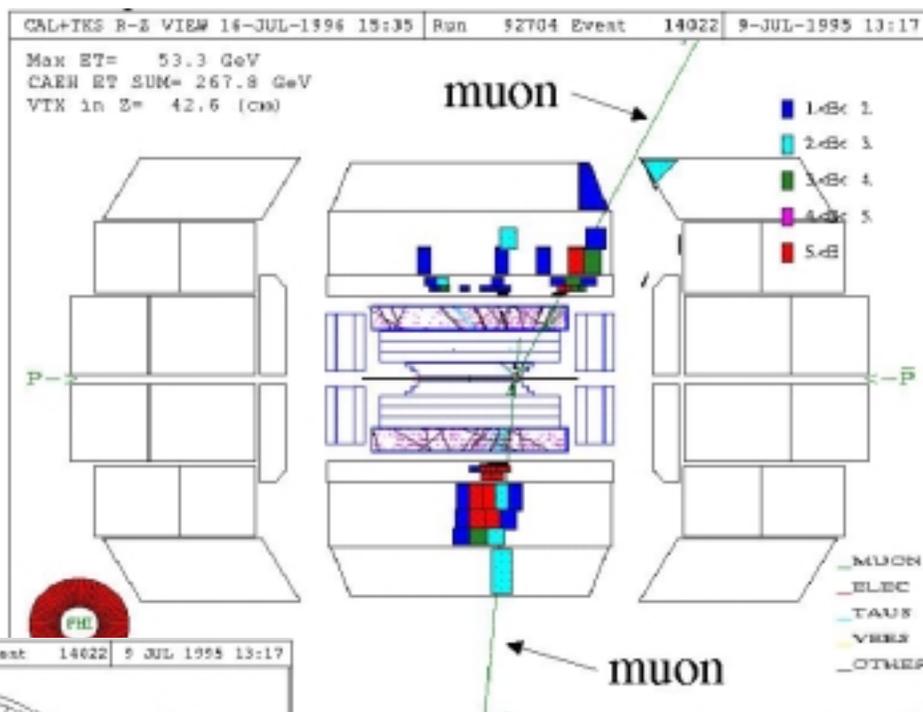
Processus	Canal	Run II(2 fb^{-1})
$t\bar{t} + X$	di-lepton	200
	$l+\geq 4$ jets	1800
	$l+\geq 4$ jets/b-tag	1400
	$l+\geq 4$ jets/b-b tag	600
$t + X$		330



Un événement t-tbar

Etiquetage du b par "lepton mou"

- Etiquetage- μ avec $\epsilon_b^\mu \sim 10\%$ / jet
- Etiquetage avec e (algo complexe) : PS+Calorimetre+CFT
 - \Rightarrow ttbar (b-lepton) $\epsilon_b^l \sim 20\%$

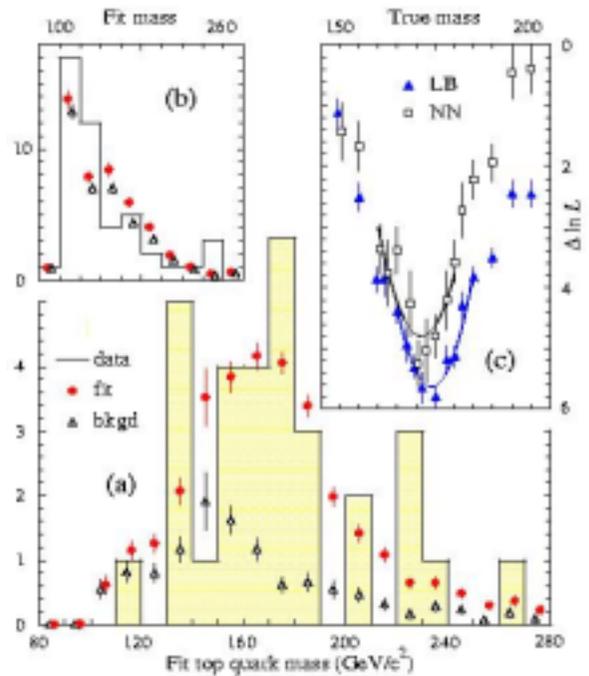
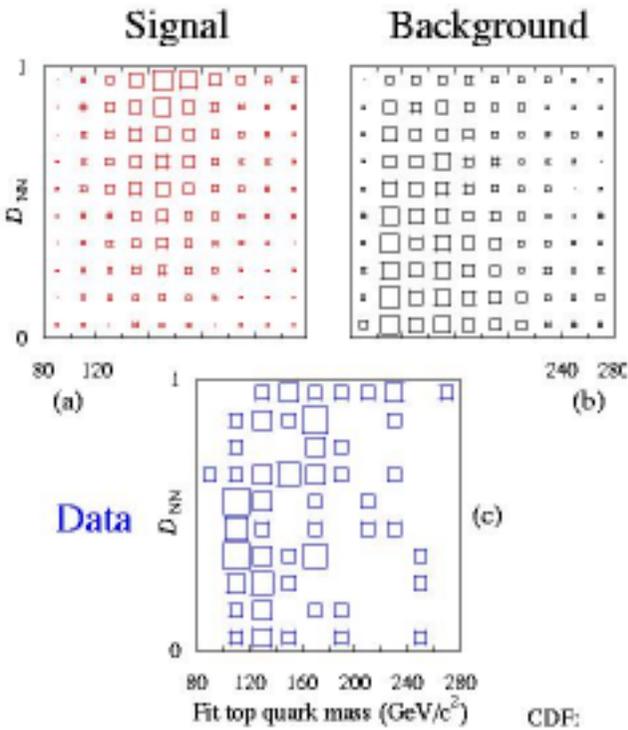


Masse du Top: "lepton+jets"

Détermination de la Masse: [Abott et al., hep-ex/9801025]

- Ajustement likelihood $L(m_t) = D / 1+D$ dans le plan (m_t, D)
- 91 événements (7 b-tags)

$$m_t = 173 \pm 5.6(\text{stat}) \pm 5.4(\text{syst}) \text{ GeV}/c^2$$



Incertitudes principales:

- Echelle d'énergie
- Combinatoire + gluon
 - 12 (pas btag)
 - 6 (1 b-tag)

Systématiques	Erreur
échelle d'énergie Jet	4.0 GeV
Fond W+jets	2.5 GeV
tt QCD radiation	1.9 GeV
Bruit & int. multiple	1.3 GeV
MC statistique	0.9 GeV
Fit Likelihood	1.0 GeV
TOTAL	5.5 GeV

Masse du Top au Run II

Perspectives au Run II

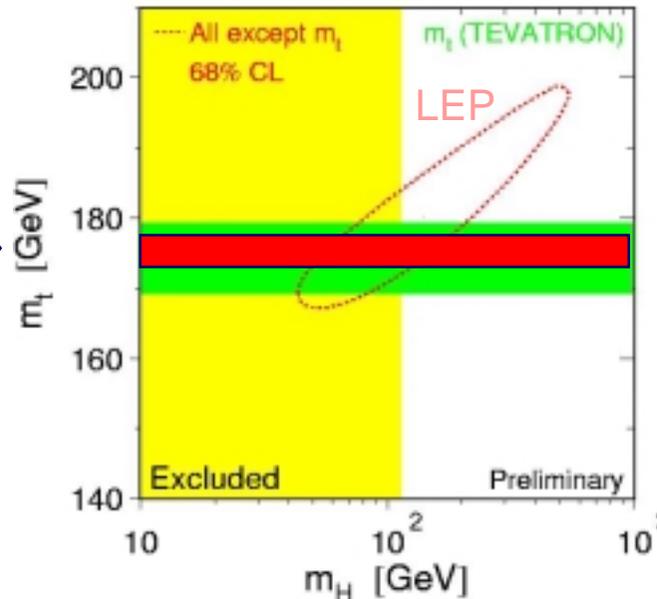
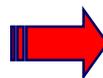
- Capacité de sélections accrues:
 - Calibration des jets p_T utilisant les data: Z +jets , γ +jets, $W \rightarrow \text{jet jet}$, $Z \rightarrow b\bar{b}$
 - Contraintes simulations par data
 - Meilleure identification des e/μ
 - Meilleure systématique avec double-étiquetage du b
- Erreurs systématiques probablement réduites: (/ expe.)

Incertitudes	Run I	Run II (2 fb ⁻¹)
Statistiques	5.6 GeV	1.3 GeV
Energie Jet	4.0 GeV	2.2 GeV
Generateur Fond	2.5 GeV	0.7 GeV
Generateur Signal	1.9 GeV	0.4 GeV
Fit Likelihood	1.1 GeV	0.3 GeV
Total syst.	5.5 GeV	2.3 GeV
TOTAL	7.8 GeV	2.7 GeV

- Résultats attendus

Incertitude attendue sur m_t :
 [2 fb⁻¹] : $\Delta m_t = 3 \text{ GeV}/c^2$

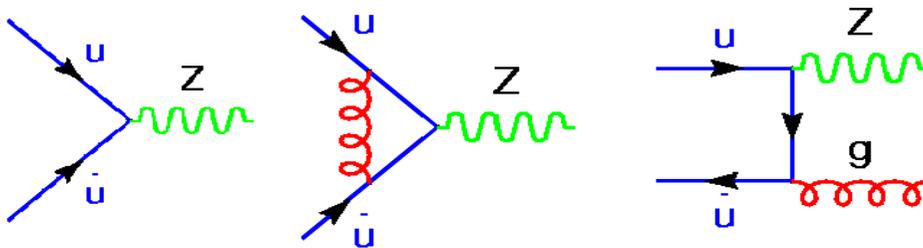
[15 fb⁻¹]: $\Delta m_t = 1.5 \text{ GeV}/c^2$



Production des bosons W/Z au TeVatron

Production des bosons

- Graphes (Z):



- Sections efficaces élevées:

$$\sigma(pp \rightarrow W+X) \sim 7 \text{ nb}$$

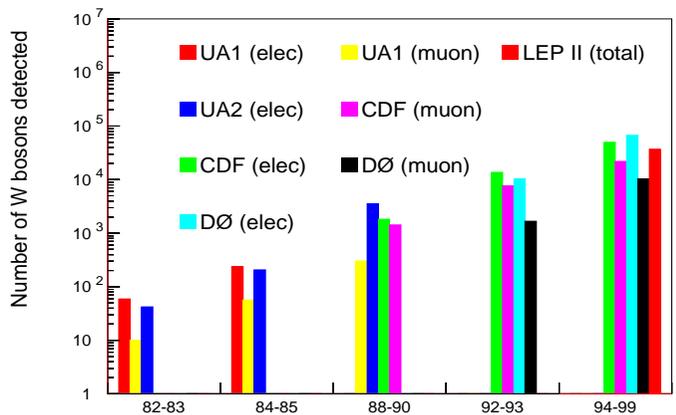
$$\sigma(pp \rightarrow Z+X) \sim 0.2 \text{ nb}$$

- Modes utilisés au Run II:

$$W \rightarrow e\nu, \mu\nu (\sim 11\%)$$

$$Z \rightarrow ee, \mu\mu (\sim 3\%)$$

$$Z \rightarrow bb (\sim 15\%)$$



Years of Collider Runs (SPS, Tevatron and LEP II)

- Statistique attendue ($2 \text{ fb}^{-1} / \text{exp.}$):

$W/Z + X$	$W \rightarrow e\nu$	1.6×10^6
	$Z \rightarrow ee$	160×10^3
$W\gamma, Z\gamma$		1000
WW, WZ, ZZ	≥ 2 leptons	150

Masse du boson W au Run I

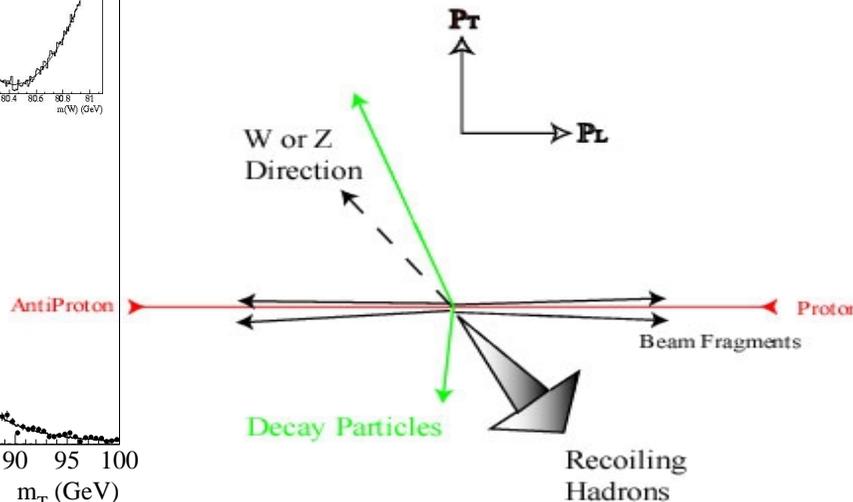
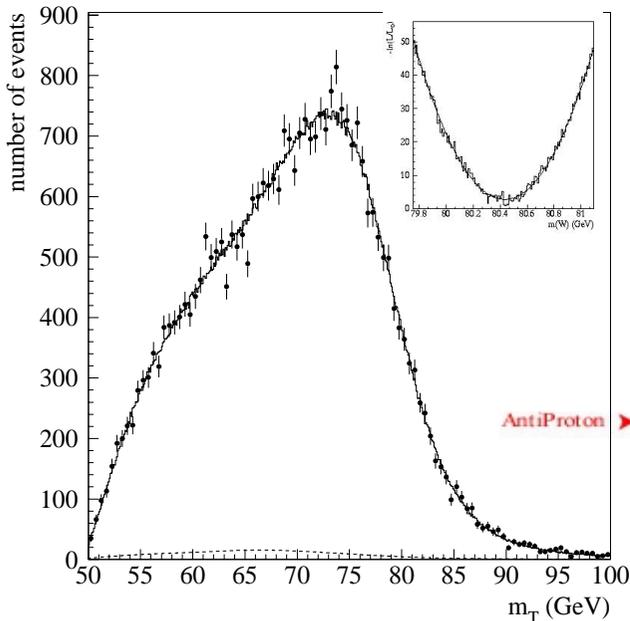
Mesures à partir de la Masse transverse

– Définition:

$$M_T^W = \sqrt{2 P_T^e P_T^{\nu} (1 - \cos\Delta\phi)}$$

– Résultats DØ:

$$m_W = 80.48 \pm 0.09 \text{ GeV}/c^2$$



– Incertitudes dominantes:

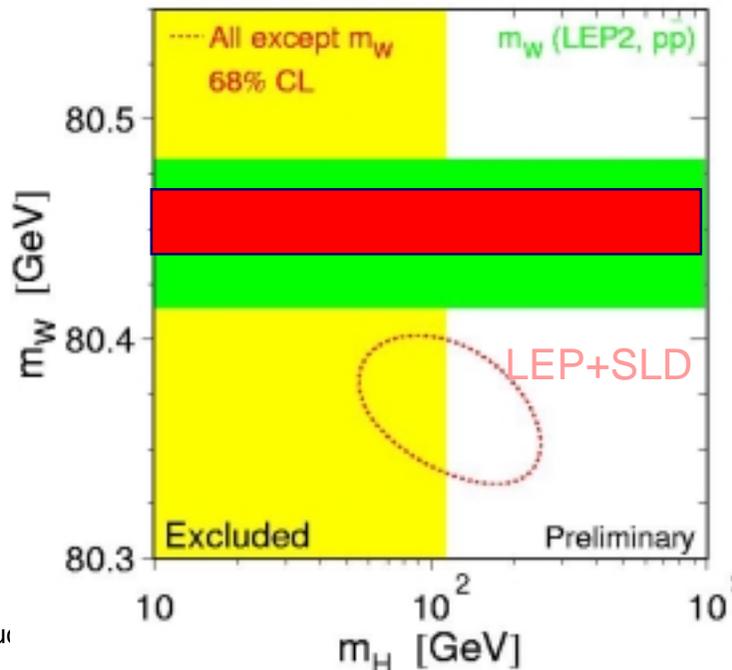
Incertitudes	Run I
Statistiques	65 MeV
Energie Jet	75 MeV
Resolution Detecteur	25 MeV
PDF's	15 MeV
$P_T(W)$	15 MeV
Recul (Modèle)	37 MeV
TOTAL	92 MeV

Masse du boson W au Run II

Perspectives au Run II

- Réduction des incertitudes
- Statistiques:
 - Diminue à <20 MeV (mais limité par # int./croisement)
- Résolution & réponse du détecteur:
 - Taille des échantillons de calibration (Z,J/ Ψ ,Y)
- Modèle de production Monte Carlo:
 - Contrainte des fonctions de structure partoniques (pdf)
 - Contrainte sur la production de W,Z visible (spectre $p_T^{W/Z}$)
- Autres options pour la mesure de m_W
 - Masse a partir du spectre en p_T de l'électron (sensible à p_T^W)
 - mesure du rapport M_T^W / M_T^Z (utilise LEP, sensible à l'acceptance du neutrino)
- Résultats attendus

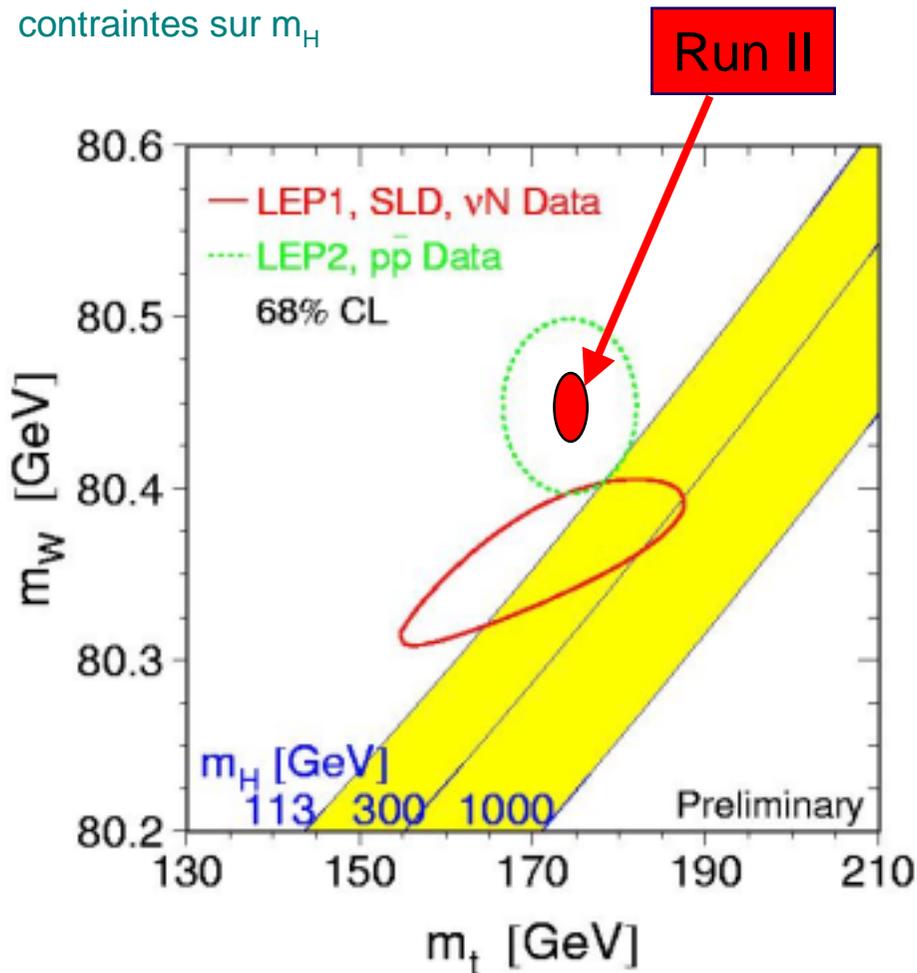
Incertitudes attendues:
[2 fb⁻¹] : $\Delta m_W = 40$ MeV/c²
[15 fb⁻¹] : $\Delta m_W = 15$ MeV/c²

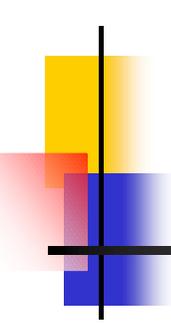


Contraintes indirectes sur m_H

Résultats attendus

- Mesures des masses m_t, m_W au TeVatron
 - vérification de la cohérence des résultats sur m_W
 - contraintes sur m_H





Conclusions

Le TeVatron Run II semble, en premier lieu, adapté aux mesures de précision (m_W , m_t , etc..) à la physique du B (Bs) et SUSY...

...cependant...

- les mesures indirectes semblent favoriser un Higgs léger
- les mesures directes de LEP-2 → possibilité de signal $m_H \sim 115 \text{ GeV}/c^2$

...le TeVatron peut alors apporter des réponses:

- grâce à l'amélioration du collisionneur
 - accroissement de la luminosité (inst.) → 15 fb^{-1} d'ici 2007
- grâce à des améliorations significatives des 2 détecteurs
 - nouveaux détecteurs de traces (vertex du b)
 - nouveaux détecteurs pied-de gerbe (identification des leptons)
 - amélioration des capacités d'identification des muons
 - électronique + rapide et déclenchement pour large bande passante

La recherche du Higgs au TeVatron:

- Recherche directe sur la gamme $115 < m_H < 180 \text{ GeV}$:
Exclusion à 95% d'un Higgs avec $4 \text{ fb}^{-1} / \text{exp.}$ (2003)
 - $m_H < 125 \text{ GeV}$ et $155 < m_H < 175 \text{ GeV}$Evidence à 3σ avec $20 \text{ fb}^{-1} / \text{exp.}$
 - $m_H < 180 \text{ GeV}$
- Recherche indirecte:
 - mesures de précision sur m_t , m_W
 - mesures des asymétries $A_{\text{FB}}(Z)$ au TeVatron $\Rightarrow \sin^2\theta_W^{\text{eff}}$

....What about $m_H = 115$ GeV ?

- **If Higgs is indeed here:**

- Signal Evidence requires
 - $\sim 5 \text{ fb}^{-1}$ with 3σ evidence (2004-5)
- Expected number of events
 - per experiment with 15 fb^{-1} (2007)

<i>Mode</i>	<i>Signal</i>	<i>Background</i>	<i>S/\sqrt{B}</i>
<i>lνbb</i>	92	450	4.3
<i>$\nu\nu$bb</i>	90	880	3.0
<i>llbb</i>	10	44	1.5

- If we do see something, we need to measure:
 - its Mass
 - Its production cross-section
 - Can we see $H \rightarrow \tau\tau$ (BR $\sim 8\%$) ?
 - Can we see $H \rightarrow W^*W^*$ (BR $\sim 5\%$) ?

- **If Higgs is not here:**

- we can exclude a $m_H = 115$ GeV Higgs
 - at 95% CL with 2 fb^{-1} (2003)

1st collision

Programme: Run Ila

Date	Goal	Comments
Feb 28	Establish interlocks	No access for DØ
March 1	Tevatron cold; ready for beam	No access for DØ
Mar. 1-Apr 1	Proton only studies	No access for DØ (but there has been plenty of access)
~Apr 2-5	1x8 store(s)	Central orbit

April 6-April 20	Establish 36x36	Helical Orbit No access for DØ
April 21-27	36x36 stores	
April 28-May 12	2 week shutdown	Access to detector
Or more likely (Goal: keep shutdown in April):		
April 6-April 20	2 week shutdown	Access to detector
April 21-27	Establish 36x36	Helical Orbit No access for DØ
April 28-May 12	36x36 stores	

Longer range outlook:

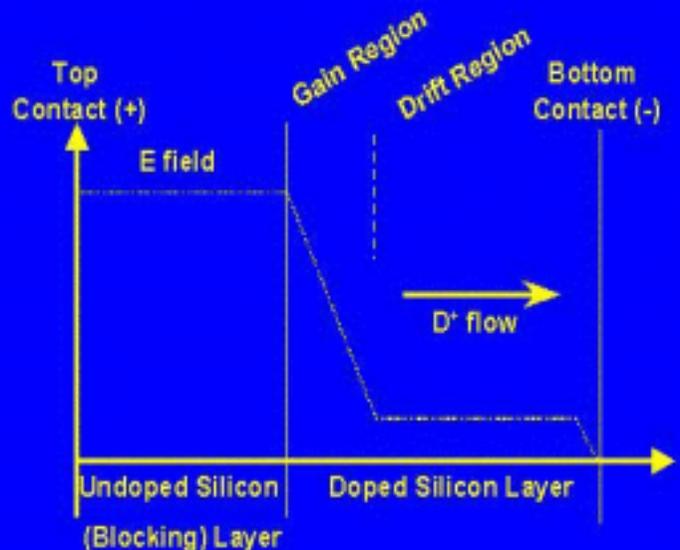
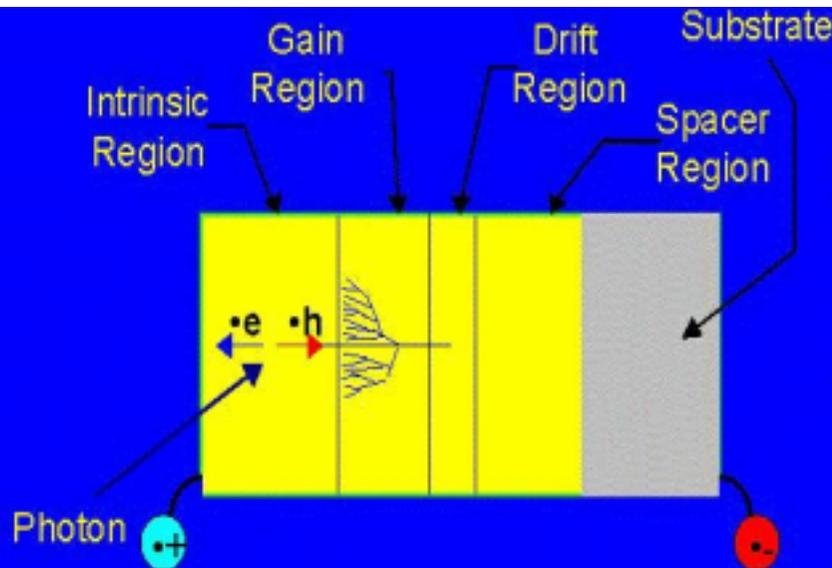
May 13 → August	Stores with possible interruptions	With at least one 2 week shutdown
September 2001	One month shutdown	Access to detector

Principes du Visible Light Photo-Converter

Solid State Photo-Multiplier (SSPM)

VLPC Operational Principles

- Photon is converted in the intrinsic region, creating an electron-hole pair.
- Hole drifts into the drift region, where it knocks an electron out from an atom.
- Electron accelerates back through gain region, knocking electrons from atoms as it goes.
- Spacer region and substrate are for mechanical support and field shaping.
- Thus each photon generates a pulse of many electrons. Gains of $\times 20,000 - 60,000$ are



HiSTE Improvement History

HiSTE I

- VLPC concept demonstrated
- Visible light quantum efficiency ~85%
- Noisy, couldn't resolve individual photons
- Further infrared suppression required

HiSTE II

- Infrared suppression adequate
- Visible light quantum efficiency ~40%
- Narrow operating range (temperature and voltage bias)

HiSTE III

- Good infrared suppression
- Visible light quantum efficiency ~50%
- Improved operating range
- Bias Current a little high

HiSTE IV

- Visible light quantum efficiency ~60%
- Good infrared suppression
- Bias current 10× higher than HISTE III
- Uniformity improvement needed

HiSTE V

- Visible light quantum efficiency ~80%
- Meets all specifications except for poor performance at high rates.

Performances

- Solid state photon detectors
- Operate at a few degrees Kelvin ($\sim -450^\circ \text{F}$)
- Bias voltage 6-8 Volts
- Detects single photons
- Can work in a high rate environment
- Quantum efficiency for visible light $\sim 80\%$
- High gain $\sim 50\,000$ electrons per converted photon
- Low gain dispersion
- Highly suppressed infrared sensitivity

